

प्राकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि
(A BACKGROUND OF PHYSICAL
GEOGRAPHY)

[भूगोल तथा भूगर्भ की इण्टरमीडियट, बी०, ए०, बी० एस-सी०, एम०
ए० तथा एम० एस-सी० कक्षाओं के निमित्त]

Janardan Prasad Sinwaslaw M.A.
रचयिता

जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव एम० ए०, एम० एस-सी०

सम्पूर्ण ग्रन्थ के भूमिका लेखक 2.51

डा० रामलोचन सिंह पी-एच० डी० (लन्दन)

अध्यक्ष भूगोल विभाग, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय
'उद्धि' खण्ड के भूमिका लेखक

डा० सितांशु मुकर्जी, पी० एच० डी०

अध्यक्ष भूगोल विभाग, नागपुर विश्वविद्यालय

'अन्तरिक्ष' खण्ड के भूमिका लेखक

डा० पी० दयाल, पी० एच० डी०

अध्यक्ष भूगोल विभाग, पटना विश्वविद्यालय
'भूसैद्धान्तिकी' खण्ड के भूमिका लेखक

डा० विद्यासागर दुबे, पी० एच० डी०

आचार्य भूगर्भ विभाग, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय

14 DEC 1956
प्राप्ति स्थान

सरोज प्रकाशन ५४१ कटरा प्रयाग :

तथा

अम्बिका प्रकाशन जौनपुर

प्रथम संस्करण

१९५५

तीन खण्डों का मूल्य ५२

चारों खण्डों का-मूल्य ७०

प्रकाशक
अम्बिका प्रकाशन
जौनपुर

प्रथम संस्करण
सम्पूर्ण ग्रन्थ अथवा चारो खंडों का मूल्य ७)
प्रथम तीन खंडों का मूल्य ५)
सर्वाधिकार सुरक्षित

मुद्रक
प्रेस प्रेस, तथा
माधो प्रिंटिंग वर्क्स
प्रयाग

भूमिका.

हमारे स्वतन्त्र भारत में हिन्दी के सर्वमान्य भाषा हो जाने पर भी इस भाषा में वैज्ञानिक विषयों पर लिखी गई पुस्तकों की कमी है। इस दिशा में श्री जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव प्रयत्नशील दिखलाई पड़ते हैं। हिन्दी में भूगोल की अनेक पुस्तकें लिखकर श्रीवास्तव जी ने विषय की काफी सेवा की है।

वर्तमान समय में, विशेषकर देश में हिन्दी के प्रसार के कारण भूगोल के विद्यार्थियों को प्राकृतिक भूगोल के अध्ययन में अधिक कठिनाई उठानी पड़ती है। और प्राकृतिक भूगोल जैसे वैज्ञानिक तथा जटिल विषय पर हिन्दी में पुस्तकों का अभाव अधिक खटकता है। श्रीवास्तव जी ने अपने अध्ययन-काल में भूगोल के साथ २ भूगर्भ-शास्त्र का भी अध्ययन किया है। अतः वे प्रस्तुत पुस्तक लिखने के उपयुक्त अधिकारी हैं। इस पुस्तक में प्राकृतिक भूगोल के प्रायः प्रत्येक अङ्ग पर यथेष्ट प्रकाश डालने का प्रयत्न किया गया है। कालिज के विद्यार्थी इससे विशेष लाभान्वित होंगे।

पुस्तक की भाषा सामान्य विद्यार्थी के लिये कुछ विलम्ब अवश्य हो गई है। श्रीवास्तव जी ने अंग्रेजी शब्दों का रूपान्तर करने में संकृत से अधिक सहायता ली है। भूगोल की पुस्तकों में रेखा-चित्रों की बहुलता अनिवार्य है। इस दृष्टिकोण से भी यह पुस्तक सराहनीय है। अधिक उचित होता, यदि विषय-सामग्री के साथ ही साथ सन्दर्भ भी दे दिये जाते।

मेरी हार्दिक शुभ-कामना है कि श्रीवास्तव जी अपनी साधना में सफल हों।

राम लोचन सिंह

प्रधानाध्यापक, भूगोल-विभाग
काशी हिन्दू विश्वविद्यालय

काशी
अक्षय-नौमी
सन १९५५ ई०

लेखक की ओर से

निवेदन

राष्ट्रभाषा हिन्दी में उच्च-कक्षाओं के योग्य भूगोल विषयक उत्तम ग्रन्थों का नितान्त अभाव है। दूसरी ओर, हिन्दी क्षेत्र के अनेक विश्वविद्यालयों में इस विषय के पठन-पाठन का उपक्रम हिन्दी माध्यम द्वारा ही हो रहा है। ऐसी अवस्था में मैंने अमर भारती के एक अकिञ्चन सेवक के नाते 'प्राकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि' प्रस्तुत करने का तुच्छ प्रयास किया है।

×

×

×

इस ग्रन्थ को मैंने चार खण्डों में बाँट दिया है—(१) स्थलमण्डल (२) जलमण्डल, (३) वायुमण्डल तथा (४) सिद्धान्त एवं वाद। इनके शीर्षक हैं—क्रमशः अवनि, उदधि, अन्तरिक्ष तथा भूसैद्धान्तिकी।

आज से छै वर्ष पूर्व जब मैं रौबर्टसन कालिज जबलपुर में अध्यापन का कार्य करता था, तभी मैंने 'जलवि' शीर्षक एक पुस्तिका लिखी थी। किन्हीं मानवजन्य परिस्थितियों के कारण उसका प्रकाशन संभव न हो सका। प्रस्तुत द्वितीय खण्ड 'उदधि' जलशक्ति ही सक्षिप्त एवं सशोधित रूप है। इसी प्रकार सन् १९५०-५१ में नागपुर विश्वविद्यालय की एम० ए० कक्षा का अध्यापन कार्य करते समय मैंने 'भूसैद्धान्तिकी' शीर्षक एक ग्रन्थ लिखा था। इसमें मैंने भूगोल एवं भूगर्भ शास्त्र के प्रायः सभी सिद्धान्तों की रूपरेखाएँ प्रस्तुत करने की चेष्टा की थी। विन्ध्य-प्रदेश शासन ने इस ग्रन्थ पर 'लाल-पुरस्कार' प्रदान किया था। प्रस्तुत चतुर्थ खण्ड 'भूसैद्धान्तिकी' की काट-छाँट है। मेरा एक विचार और था—जलवायु-विज्ञान सम्बन्धी पंचम खण्ड प्रस्तुत करने का। इसके अन्तर्गत जलवायु के वृत्तो (Phenomena) की—विशेषकर सप्ताह के जलवायु-विभागों की—विवेचना होती, किन्तु ऐसी दशा में यह ग्रन्थ इस विषय के हिन्दी के अन्य ग्रन्थों की तुलना में असाधारण रूप से बड़ा हो जाता। अतएव, मुझे यह विचार त्याग देना पड़ा।

प्रस्तुत पुस्तक के कुछ अंश संपरिवर्तित रूप में विभिन्न पत्र-पत्रिकाओं में भी प्रकाशित हो चुके हैं—उदाहरण के लिये भूसैद्धान्तिकी के अनेक प्रकरण 'विज्ञान' (विज्ञान परिषद, प्रयाग) में।

×

×

×

इस कृति की प्रमुख विशेषताएँ निम्नांकित हैं :—

(१) ग्रन्थारम्भ में विस्तृत विषय-सूची दी गई है, जिससे पाठक को अन्तर्वस्तु का सरलता से बोध होसके।

(२) विषय का प्रतिपादन अत्यन्त सक्षेप में किया गया है। आधुनिक प्रवृत्ति के अनुरूप तो यह है ही, परीक्षा की दृष्टि से भी यह उपयोगी है।

(३) भौगोलिक तथ्य अत्यन्त सरल एवं स्पष्ट रूप से प्रस्तुत किये गये हैं।

(४) उदाहरण यथासंभव भारतवर्ष से ही लिये गये हैं।

(५) स्पष्टीकरण के लिये अधिक से अधिक चित्रों की व्यवस्था की गई है। हिन्दी की वर्तमान भूगोल विषयक पुस्तकों में किसी में भी इतने चित्र नहीं हैं।

(६) नवीन से नवीनतम वृत्तों (Phenomena) एवं सिद्धान्तों का समावेश कर दिया है।

(७) भूगोल में नियत पाठ्यक्रमों और परीक्षा में पूछे गये प्रश्नों को केन्द्र मानकर इस कृति की रचना हुई है।

• (८) सर्वत्र राष्ट्रभाषा का व्यवहार किया गया है। प्रयुक्त भाषा सस्कृत-मयी एवं प्राञ्जल होते हुए भी सर्वत्र बोधगम्य है।

(९) विषय विन्यास मेरा अपना है।

(१०) परिच्छेदों अथवा खण्डों के अन्त में विभिन्न परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्नों की सूची दे दी गई है।

×

×

×

मेरे सक्षेप में लिखने का एक कारण यह भी है, कि यदि मैं अधिक विस्तार से लिखता तो यह स्वाभाविक ही था कि पारिभाषिक शब्द भी अधिक मात्रा में आते जिससे ग्रन्थ की क्लिष्टता बढ़ जाती। पुस्तक को यथासंभव सरल एवं सुबोध बनाने के लिये मैंने अपनी मौलिक कृति का पाँच बार पुनरीक्षण (Revision) किया है। क्लिष्टता की दुहाई देनेवाले पाठकों के लिये भले ही मैंने अन्तर्वस्तु का इस प्रकार प्रस्तुतीकरण सरल कर दिया हो, किन्तु यदि आप मेरे सच्चे हृदय से पूछें तो मैं यह अनुभव करता हूँ कि मैंने पुस्तक को जितना ही बोधगम्य बनाने का प्रयास किया है, अन्तर्वस्तु यथार्थता से उतनी ही दूर हटती चली गई है। भविष्य में जब पाठक पारिभाषिक शब्दों से यथेष्ट परिचित हो जायेंगे—संभवतः तब मैं अपनी मूल कृति प्रस्तुत कर सकूँ।

×

×

×

प्रयुक्त पारिभाषिक शब्दावली के सम्बन्ध में मैं दो शब्द कहना चाहूँगा। वर्तमान समय में आलोचना की यह निराली प्रणाली निकली है, कि पारिभाषिक शब्दों की आड़ लेकर किसी भी कृति की निन्दा करना। मैंने भौगोलिक शब्दों के हिन्दी समानार्थी अधिकांशतः डा० रघुवीर के महाकोश से लिये हैं। इस महाकोश के शत प्रतिशत शब्द न सही, तो अधिकांश निश्चिततः यथार्थ अर्थ के द्योतक हैं। शेष शब्दों का स्थान कालान्तर में, उपयुक्त शब्द स्वयं ले लेंगे। जब भी मेरे समक्ष पारिभाषिक शब्दों की समस्या आई, मैंने अनेक विद्वानों एवं संस्थाओं से सहायता की प्रार्थना की, किन्तु कोई माई का लाल सहायता के लिये आगे न बढ़ा—हाँ विनाशात्मक आलोचना (Destructive criticism) के लिये सभी आगे हैं। जहाँ तक मेरे सीमित ज्ञान का सम्बन्ध है, इस समय भारतवर्ष में, उच्च-विज्ञानों के पारिभाषिक शब्दों के लिए डा० रघुवीर के महाकोश के अतिरिक्त कोई अन्य सहायक ग्रन्थ अस्तित्व में नहीं है। केन्द्रीय अथवा प्रान्तीय सरकारों (मध्य प्रदेश के अतिरिक्त), सम्मेलन, नागरी-प्रचारिणी आदि द्वारा प्रकाशित शब्दावलियाँ नितान्त अल्प और निम्न स्तर के छात्रों के लिये ही उपयोगी हैं।

एक सज्जन ने मुझसे शिकायत की कि आपने जान-बूझकर क्लिष्ट शब्द प्रयुक्त किये हैं, Erosion के लिये आप 'कटाव' का प्रयोग कर सकते थे पर आपने 'अपक्षरण' जैसा क्लिष्ट शब्द प्रयुक्त किया है। मैंने उनसे नम्र निवेदन किया कि भूगोल में Erosion से थोड़े ही भिन्न अर्थ में और भी अनेक शब्द प्रयुक्त होते हैं जैसे Corrasion, Abrasion आदि, उनके लिये आप कौनसे शब्द प्रयुक्त करेंगे। तब उन्होंने डा० रघुवीर के महाकोश की उपयुक्तता स्वीकार कर ली। भूगोल एवं भूगर्भशास्त्र के अधिकारी विद्वान् डा० रघुवीर की शब्दावली का समर्थन ही नहीं अतः सन्तुष्टि भी करते हैं। भारतीय भौमिकीय आपरीक्षण विभाग (Geological Survey of India) के सचालक डाक्टर एम० एस० कृष्णन् की ऐतिहासिक भौमिकी पर प्रामाणिक रचना का अभिनवकाल में हिन्दी अनुवाद प्रकाशित हुआ है। यह अनुवाद उही की विदुषी कन्या ने, जो मद्रासी होते हुए भी हिन्दी की कुशल विद्वान है, किया है। उसमें भी डा० रघुवीर के कोश का उपयोग किया गया है। डा० कृष्णन् जैसे भूगर्भ एवं प्राकृतिक भूगोल के शिखर के विद्वान द्वारा डा० रघुवीर के महाकोश का समर्थन एवं उपयोग—प्रस्तुत पुस्तिका में प्रयुक्त शब्दावली के पक्ष में सबसे बड़ा पोषक

(Support) है। अल्पज्ञो की आलोचना के भय से पुस्तक को बाजारू बनाना मुझे स्वीकार नहीं।

x

x

x

भाषा के विषय में भी मेरा अपना दृष्टिकोण है। मेरी यह दृढ़ धारणा है कि भूगोल ही नहीं, किसी भी वैज्ञानिक विषय के अध्ययन के लिये पाठको को अपना स्तर ऊँचा करना होगा—ये वैज्ञानिक विषय सर्वजन सुलभ होने के लिये स्वयं अपना स्तर नीचा न करेंगे। बोलचाल की भाषा में किसी गंभीर विषय पर वैज्ञानिक स्तर की पुस्तक लिखना असंभव है। जिसने भी इस दिशा में थोड़ा भी प्रयास किया है, उसने इसका अनुभव अवश्य किया होगा। फिर भी, यदि किसी सज्जन को मेरी भाषा क्लिष्ट लगे तो वे अंग्रेजी में भूगोल के प्रमाणिक ग्रन्थ—Woolridge, S W and Morgan R S. - The Physical Basis of Geography: An outline of geomorphology का मुलाजिजा फरमावे और फिर कहे कि मेरी कृति वास्तव में क्लिष्ट है।

x

x

x

• इस ग्रन्थ की रचना में मेरी अन्य सीमाये भी रही हैं। उदाहरण के लिये अध्यापन कार्य करते समय मैंने यह अनुभव किया है, कि बी० ए० कक्षा के कला के छात्रों के मस्तिष्क में विज्ञान एवं गणित के तथ्य कठिनता से प्रविष्ट होते हैं। मैंने शिला सम्बन्धी प्रथम प्रकरण पेट्रोलॉजी की शिलाशास्त्र (Petrology) के आधार पर तैयार किया था, किन्तु जब मैंने देखा कि कला के छात्रों को शिलाओं के नाम तक नहीं याद होते—सरचना आदि की बात तो अलग रही—तब मैंने उसे अलग कर दिया और प्रस्तुत परिच्छेद लिखा। मुझे इससे तनिक भी सन्तोष नहीं। फिर भी, वर्तमान परिस्थितियों में, मैंने ग्रन्थ का श्रीगणेश—छात्रों की दृष्टि में क्लिष्ट प्रकरण से न कर अपनी दृष्टि में नितान्त असन्तोषप्रद प्रकरण से ही करना उचित समझा। भविष्य में, जब पाठको के हृदय से क्लिष्टता का भूत निकल जायगा, मैं शिलाविषयक अपने प्रथम प्रयास को प्रस्तुत करूँगा।

पुस्तक के विस्तार को घटाने के लिये मैंने वर्णनात्मक भाग को अत्यन्त संक्षेप में दिया है जैसे मैदान, पठार अथवा झील की मानवीय महत्ता। इन विषयों पर मोटे-मोटे ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं। शब्दों की यह मितव्ययता मैंने भौगोलिक सिद्धान्तों के विवेचन में नहीं की है। अनेक कारणों से, जिनमें कुछ का उत्तर-

दायित्व मुझे पर भी है—इस पुस्तक के प्रकाशन में असामान्य रूप से दीर्घकाल लगा है। फिर भी मुद्रण सम्बन्धी अनेक त्रुटियाँ रह गई हैं। इसका एक कारण यह भी था, कि मेरे आदेशों के विपरीत, अन्तिम प्रूफ मुझे दिखलाये बिना ही पुस्तक छाप दी गई। सहृदय पाठकों से यही निवेदन है कि वे इस समय क्षीर-नीर विवेक से काम ले और त्रुटियों के लिये मुझे क्षमा प्रदान करें। दूसरे स्क्वॉर में इन त्रुटियों का परिहार अवश्य कर दिया जायगा।

×

×

×

हिन्दी में अपने ढंग का यह प्रथम ग्रन्थ हो सकता है, किन्तु मौलिकता का मिथ्या अभिमान मैं नहीं करना चाहता। वस्तुतः इस प्रकार का कोई ग्रन्थ संर्गीत मौलिक हो भी नहीं सकता। अंग्रेजी के अनेक प्रामाणिक ग्रन्थों में जो बिखरा पड़ा है—मैं उसे ही संक्षिप्त, क्रमबद्ध तथा यथासंभव भारतीय उदाहरणों द्वारा पुष्टकर व्याख्यान के रूप में अपने छात्रों को देता हूँ। ये व्याख्यान ही प्रस्तुत पुस्तिका की आधारभूत सामग्री हैं। स्थानाभाव के कारण उन्हें और भी संक्षेप में प्रस्तुत किया गया है।

जिन कृतियों से सहायता ली गई है, उनकी सूची यत्र-तत्र दे दी गई है। भौतिक भूगोल के क्षेत्र में मुझे फिलिप लेक ने सबसे अधिक प्रभावित किया है। उनकी रचना मेरी दृष्टि में सर्वोत्कृष्ट एवं अनुपम है। कदाचित् मेरी यह कृति उनकी छाया से मुक्त नहीं रह सकी है। उनके प्रति मेरा ऋण इतना छोटा नहीं है कि आभार-प्रदर्शन से मार्जित हो जाय।

×

×

×

आदरणीय प्रिन्सिपल श्री हृदयनारायणसिंहजी एम० एल० सी० से मुझे प्रेरणा और प्रोत्साहन मिला है। उन्हें धन्यवाद देना श्रृष्टता होगी। टी० डी० डिग्री कालिज जौनपुर के पुस्तकाध्यक्ष श्री रणञ्जयसिंह मेरे ऊपर विशेष कृपालु रहे हैं। उन्हीं के सौजन्य से मुझे अधिकांश सहायक ग्रन्थ सुलभ हो सके हैं। अनेक देवी-देवताओं ने पुस्तक के प्रणयन में अन्य रीतियों से सहयोग दिया है। कु० सुषमा सिनहा, श्रीरामचन्द्र वर्मा तथा श्री सतीशचन्द्र ने रेखाचित्रों के निर्माण में, श्री शमशेरबहादुर सिंह, श्री राजेन्द्रप्रसाद मोदी तथा कुमारी प्रभात सरकार ने लेखन कार्य में तथा मेरी सुयोग्य छात्रा कु० रुबिना कोल्म्बोवाला ने अन्तर्वस्तु के सम्बन्ध में सहायता दी है। ये सभी मेरे हार्दिक धन्यवाद के पात्र हैं।

सरस्वती-विहार नागपुर के सचिव डा० लोकाचन्द्रजी डी० लिट० का

में विशेषरूप से आभारी हूँ। इस ग्रन्थ में प्रयुक्त सम्पूर्ण पारिभाषिक शब्दावली आपकी अनन्य अनुकम्पा का अगमात्र है।

श्रद्धेय गुरुवर डा० रामलोचनसिंह पी-एच० डी० (लन्दन), अध्यक्ष भूगोल विभाग काशी हिन्दू विश्वविद्यालय ने अपना अमूल्य समय देकर पुस्तक को आद्योपान्त पढ़ा, सशोधन किये, मूल्यवान सुझाव दिये तथा भूमिका लिखने की कृपा की। उनके प्रति मैं अपनी सादर श्रद्धाञ्जलि अर्पित करता हूँ।

पाठको से यह प्रार्थना है कि वे इस कृति की न्यूनताये दोष एवं अभाव तथा अपने अमूल्य सुझाव निसकोच मुझे सूचित करदे, जिससे अगले संस्करण में सुधार किया जा सके। इस कृपा के लिये मैं उनका अत्यन्त आभारी रहूँगा।

मेरी इस साधना द्वारा विद्यार्थी-वर्ग का यदि कुछ भी लाभ होसका, तो मुझे हार्दिक सन्तोष होगा।

—जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव

प्रयाग

जवाहर-जयन्ती १९५५

प्रथम खण्ड

अवनि

[THE LITHOSPHERE]



बचाई प्रपात

समर्पण

परम पूज्य पिता जी के चरण-करलों
में

अनुक्रमणिका

१ शिलायें—

१—११

१. शिला की परिभाषा
२. शिलाओं का वर्गीकरण

(१) आग्नेय शिलायें

- (क) स्थिति के अनुसार वर्गीकरण
- (ख) भूपृष्ठ के सन्दर्भ में वर्गीकरण
- (ग) संरचना के आधार पर वर्गीकरण

(२) जलज शिलायें

- (क) संरचना के अनुसार वर्गीकरण
- (ख) उत्पत्ति के अनुसार वर्गीकरण

(३) परिवर्तित शिलायें

- (क) शिलाओं में परिवर्तन के भेद
- (ख) परिवर्तित शिलाओं का वर्गीकरण

(१) मूल शिलाओं के आधार पर

(२) परिवर्तन के अभिकर्ता के अनुसार

(३) प्रभावित होनेवाले क्षेत्र के विस्तार के अनुसार

२ भूपर्पटी की गतियाँ

१२—२०

१. पर्वतकारक गतियाँ

- (१) भजन (Folding)
- (२) विभगन (Faulting)
- (३) विभजन (Warping)

२ महाद्वीपकारक गतियाँ

- (१) आकस्मिक गतियाँ
- (२) मन्थर एवं दीर्घकालीन गतियाँ

३. भूकम्प

२१—३५

१ भूकम्प क्या है ?

२ भूकम्प के कारण

३ भूकम्प का वर्गीकरण

४ भूकम्प की प्रक्रिया

५ भूकम्प और पृथ्वी की आन्तरिक संरचना

६ भूकम्प का वितरण—(१) पृथ्वी में (२) भारत में

७ भूकम्प का प्रभाव—(१) हानियाँ, (२) लाभ

८. अभिनवकालीन भारतीय भूकम्प

९ पूर्वोपाय

४. ज्वालामुखी की क्रिया

३६-५२

१. विषय प्रवेश

२. बहिर्वर्ती वृत्त

(१) ज्वालामुखी

(२) विदर-प्रवाह

(३) गरम सोता

(४) गेसर

(५) वातिमुख

(६) पक ज्वालामुखी

३. अन्तर्वर्ती वृत्त

(१) अष शैल (Bathylith)

(२) रालोत्थ एव वर्तुलोत्थ (Stocks and Bosses)

(३) मसूर शैल (Phacolites)

(४) कुकुच्छैल (Laccolites)

(५) रालभित्ति (Dykes)

(६) रालपट्ट (Sills)

४ ज्वालामुखी की क्रिया के कारण

५ ज्वालामुखी का मानवीय महत्व

५. नदी का कार्य

५३-७४

१ भूमिका

२ अपक्षरण

३ नदी के अपक्षरण का मूल सिद्धांत

४ नदी-पथ का अनुक्रमण

५. जल के अपक्षरण का वक्र

६ जल-विभाजक की आकृति

७ नदियों के उद्गम का पीछे की ओर कटना

८. नदी अपहरण (acapture)

९ नदी की घाटी का विकास

१०. नदी का कायाकल्प

११ नदी के उत्तल

१२ प्रवर्धित प्रवाह-मोड

१३ परिवाहन

१४ निक्षेपण

१५ नदी-पथ की विभिन्न अवस्थाएँ

६. प्रवाह-व्यवस्थाये

- ७५-७९

- १ अनुगामी नदियाँ
- २ उत्तरगामी नदियाँ
- ३ विपरीतगामी नदियाँ
- ४ पूर्वगामी नदियाँ
- ५ अध्यारोपित नदियाँ
- ६ वृक्षाकार नदियाँ
- ७ समदिश नदियाँ
- ८ त्रिज्यात्मक नदियाँ
- ९ अन्तर्देशीय नदियाँ
- १० भूमिगत नदियाँ

हिमनदियाँ और उनका कार्य

८०-९९

- १ हिमनदी की परिभाषा
 - २ हिमनदी की उत्पत्ति
 - ४ हिमधाव
 - ५ हिमनदियों का वर्गीकरण
 - ६ हिमनदी के प्रवाह का वेग
 - ७ हिमविदर तथा हिमपात
 - ८ हिमनदी का भौगोलिक कार्य
 - ९ हिमानी द्वारा प्रभावित क्षेत्र
 - १० नदी-हिम्य निक्षेप
 - ११ भारतवर्ष में पूर्वकालीन हिमयुग
- { (१) अपक्षरण
 (२) परिवाहन
 (३) निक्षेपण

पवन का कार्य •

१००-१०७

- १ विषय-प्रवेश
२. अपक्षरण
- ३ परिवाहन
- ४ निक्षेपण

९ भूमिगत जल

१०८-११७

१. भूमिगत जल का उद्गम
२. जल-पटल
३. जल-संचयन को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारक

- ४ जलपटल का भौम्याकृति और ऋतुओं से सम्बन्ध
- ५ पातालतोड़ कुँआ और निक्षेप
- ६ भूमिगत जल का भौगोलिक कार्य—(१) अपक्षरण
(२) घोल (३) परिवाहन (४) निक्षेपण
- ७ भूमिगत जल द्वारा सम्पन्न निक्षेपण के रूपधेय

अपक्षरण-चक्र

११८-१२६

- १ स्थलखण्ड के जीवन की अवस्थाये
- २ भौम्याकारिकी में अपक्षरण-चक्र की महत्ता
- ३ अपक्षरण-चक्र की बाधाये
- ४ सामान्य अपक्षरण-चक्र का विकास

११ भूरूप के विकास में जलवायु का प्रभाव

१२७-१२९

- १ विषुवतीय प्रदेश
- २ उष्ण प्रदेशीय शुष्क प्रदेश
- ३ शीतोष्ण प्रदेश
- ४ ध्रुवीय प्रदेश

१२ कार्स्ट एवं ग्रेनाइट भूदृश्य

१३०-१३९

- १ कार्स्ट भूदृश्य
 - (१) भूमिका
 - (२) उदाहरण
 - (३) प्रमुख लक्षण
 - (४) कार्स्ट-प्रदेश में अपक्षरण-चक्र का विकास

२ ग्रेनाइट भूदृश्य

- (१) लक्षण ✓
- (२) भारतीय उदाहरण
- (३) ग्रेनाइट भूदृश्य के विकास के कारण
- (४) जलवायु का प्रभाव

१३ मैदान पठार और पर्वत

१४०-१५५

- १ मैदान
 - (१) उत्पत्ति और वर्गीकरण
 - (२) मानवीय महत्ता
- २ पठार
 - (१) उत्पत्ति तथा वर्गीकरण
 - (२) मानवीय महत्ता

३ पर्वत

(१) उत्पत्ति तथा वर्गीकरण

(२) मानवीय महत्ता

१४ झीले

१५६-१६७

१ परिभाषा

२ वितरण

३ विस्तार

४ ससार की कुछ उल्लेखनीय झीले

५ भारतीय झीले

६ झीले की उत्पत्ति

७ झीले का वर्गीकरण

८ झीले का आर्थिक महत्त्व

१५ भूमि के अपक्षरण की समस्या

१६८-१७७

१ भूमि क्या है ?

२ अपक्षरण का अर्थ और उसके साधन

३ अपक्षरण की समस्या का महत्त्व

४ अपक्षरण का वेग

५ अपक्षरण के प्रकार

६ वनस्पति का महत्त्व

७ भूमि के अपक्षरण के कारण

८ अपक्षरण का प्रभाव

९ उपाय

१० भारतवर्ष में भूमि के अपक्षरण की दशा

प्रथम परिच्छेद

शिलायें (Rocks)

शिला की परिभाषा

सामान्यत 'शिला' शब्द से कठोर पदार्थ का आभास होता है, किन्तु भूगोल एवं भूगर्भशास्त्र में 'शिला' का अर्थ बड़ा व्यापक है। इसके अन्तर्गत भूपर्पटी के समस्त ठोस पदार्थ आ जाते हैं, चाहे वे कठोर हो अथवा कोमल। शिला की परिभाषा इस प्रकार की जा सकती है —

‘भूपर्पटी से निकला हुआ कोई भी प्राकृतिक एवं ठोस पदार्थ ‘शिला’ है, चाहे वह कण्ठम (Granite) के समान कठोर हो अथवा मृत्तिका (Clay) के समान मृदुल।’

शिलाओं का वर्गीकरण

शिलाओं के तीन प्रमुख भेद हैं:—

- (१) आग्नेय शिलायें (Igneous Rocks)
- (२) निम्नादीय अथवा जलज शिलायें (Sedimentary Rocks)
- (३) परिवर्तित अथवा रूपान्तरित शिलायें (Metamorphic Rocks)

आग्नेय शिलायें (Igneous Rocks)

विद्वानों ने पृथ्वी की उत्पत्ति के सम्बन्ध में अनेक विचारधाराएँ प्रस्तुत की हैं। इन विचारधाराओं में अधिकांश इस विषय में एकमत हैं कि पृथ्वी किसी समय तरल अवस्था में थी। इस तरल पदार्थ के घनीभवन से जो शिलायें सबसे पहले बनी, उन्हें हम प्राथमिक (Primary) अथवा आग्नेय (Igneous) शिलायें कहते हैं। अन्य शब्दों में, हम उन शिलाओं को आग्नेय शिलायें कहते हैं, जो द्रव के घनीभूत होने से बनी हैं। इन शिलाओं का मणिभीय (Crystalline) होना स्वाभाविक ही है।

आग्नेय शिलाओं का वर्गीकरण

आग्नेय शिलाओं के वर्गीकरण के अनेक आधार हो सकते हैं :-

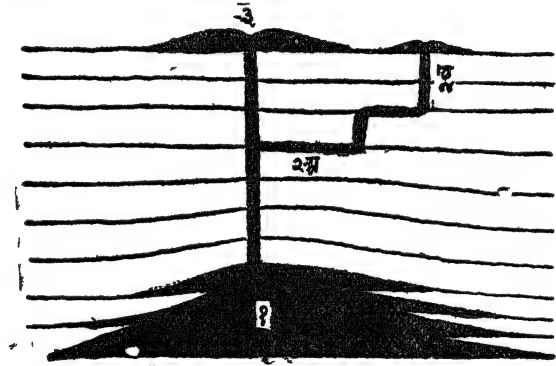
(१) स्थिति के अनुसार वर्गीकरण

पृथ्वी के अन्तर्गत में अनेक ऐसे कक्ष हैं, जिनमें शिलाद्रव अथवा लावा भरा हुआ है। अनेक कारणों से (जैसे ऊपर के दबाव के घट जाने से) यह लावा भूपृष्ठ की ओर अग्रसर होता है। जैसा कि चित्र १ से स्पष्ट होगा, लावा भूपर्वटी के निर्बल भागों से अर्थात् सन्धियों (Joints) एवं तल्प-तलों (Bedding planes) से होता हुआ ऊपर उठता है। जब यह लावा पर्वटी को फोड़कर ऊपर आ जाने में समर्थ होता है, तब हम यह कहते हैं कि ज्वालामुखी का उद्गार हुआ है। ऊपर उठता हुआ लावा तीन स्थितियों में घनीभूत हो सकता है :—

(१) या तो वह बिना ऊपर उठे कक्ष ही में जम जाता है।

(२) अथवा वह भूपृष्ठ की ओर प्रवाहित होते समय मार्ग में तल्प-तलों, विदारों अथवा सन्धियों में घनीभूत हो जाता है।

(३) अथवा वह भूपृष्ठ के ऊपर आकर जम जाता है। इस आधार पर हम आग्नेय शिलाओं को तीन वर्गों में बाँट सकते हैं—



चित्र १—आग्नेय शिलाओं का वर्गीकरण

(१) अधोघनित शिलायें (Plutonic Rocks)—जब लावा पृथ्वी के अन्तर्गत में स्थित कक्ष में अथवा बहुत गहरे घनीभूत होता है, तब जो शिलायें बनती हैं, उन्हें हम अधोघनित शिलायें (Plutonic Rocks) कहते हैं (चित्र १ में १)। इसदशा में लावा बहुत धीरे ठण्डा होता है, अतएव इन शिलाओं में मणिभ (Crystals) पूर्णरूप से विकसित होते हैं। इसका उदाहरण क्वाण्टाइट (Granite) है।

(२) उपाधोघनित (Hypabyssal Rocks)—जब लावा मॉर्ग मे सन्धियो (Joints) अथवा तल्प-तलो मे घनीभूत होता है, तब जो शिलायें अस्तित्व मे आ जाती हैं, उन्हें हम उपाधोघनित (Hypabyssal Rocks) कहते हैं। उपाधोघनित शिलाओ के पुन दो विभाग किए जा सकते हैं—

(१) रालभित्ति (Dyke)—लम्बवत् सन्धियो मे घनीभूत लावा को हम रालभित्ति (Dyke) कहते हैं। (चित्र १ मे २ ब)

(२) क्षैतिज विदरो अथवा तल्प-तलो (Bedding planes) में घनीभूत लावा को हम रालपट्ट (Sill) कहते हैं। (चित्र १ मे २ अ)

यह तो स्पष्ट ही है कि अधोघनित शिलायें उपाधोघनित शिलाओ की तुलना मे कम मणिभीय होगी। इनके बनने मे लावा अपेक्षाकृत जल्दी ठण्डा होता है।

उदाहरण—कासिताश्म (Dolerite)

(३) जब लावा भूपृष्ठ पर आकर घनीभूत होता है, तब उससे जो शिला बनती है, उसे हम ज्वालामुखीय शिला (Volcanic Rock) कहते हैं (चित्र १ मे ३)। इस दशा मे लावा बहुत शीघ्रता से ठण्डा होता है, फलत जो शिला बनती है, उसमे मणिभ नहीं होते हैं। ऐसी शिलायें अमणिभीय (Non-Crystalline) अथवा काँचीय (Glassy) होती हैं। उदाहरण असिताश्म (Basalt)।

(२) भूपृष्ठ के सन्दर्भ मे वर्गीकरण :—

पृथ्वी के धरातल के सन्दर्भ मे आग्नेय शिलाओ को दो विभागो मे बाँटा जा सकता है —

(१) बहिर्वर्ती शिलायें (Extrusive Rocks)—ये भूपृष्ठ के ऊपर पाई जाती हैं। उदाहरण—असिताश्म (Basalt)।

(२) अन्तर्वर्ती शिलायें (Intrusive Rocks)—ये भूपृष्ठ के नीचे पाई जाती हैं। कभी कभी जब अपक्षरण द्वारा इनके ऊपर का आवरण नष्ट हो जाता है, तब ये भूपृष्ठ पर प्रकट हो जाती हैं। उदाहरण—कणाश्म (Granite)

(३) संरचना के आधार पर वर्गीकरण

शिलाओ में वर्तमान सैकजा (Silica) की मात्रा के विचार से आग्नेय शिलाओ के चार भेद किए जा सकते हैं—

(१) आम्लिक आग्नेय शिलायें (Acid Igneous Rocks)—इनमे सैकजा की मात्रा (भार मे) ६५ प्रतिशत से अधिक होती है।

(२) माध्यमिक आग्नेय शिलार्थ (Intermediate Igneous Rocks)—इनमें सैकड़ा की मात्रा ५५% से ६५% तक होती है।

(३) क्षारीय आग्नेय शिलार्थ (Basic Igneous Rocks)—इनमें सैकड़ा की मात्रा ४५% से ५५% तक होती है।

(४) अतिक्षारीय आग्नेय शिलार्थ (Ultra-basic Igneous Rocks) इनमें सैकड़ा की मात्रा ४५% से कम होती है।

ऑग्लिक आग्नेय शिला का उदाहरण कणाश्म (Granite) है और क्षारीय आग्नेय शिला का असिताश्म (Basalt)। सामान्यतः ऑग्लिक शिलार्थ हल्के वर्ण की होती है और उनमें ऋतुक्षरण (Weathering) अपेक्षाकृत कम होता है। इसके विपरीत क्षारीय शिलार्थ अधिकतर गहरे रंग की होती है और वे ऋतुक्षरण से शीघ्र प्रभावित होती है।

निसादीय अथवा जलज शिलार्थ (Sedimentary Rocks)

निसादीय शिलार्थ वे शिलार्थ हैं, जो पूर्ववर्ती शिलाओं के अवसादों से बनती हैं। ये पूर्ववर्ती शिलार्थ पृथ्वी के इतिहास की आरम्भिक अवस्था में केवल आग्नेय शिलार्थ थी, किन्तु कालान्तर में इनका स्थान सभी प्रकार की शिलाओं ने ले लिया। जल, हिमानी, वायु आदि अभिकर्ता इन शिलाओं का अपक्षरण करते हैं और फिर अपक्षरित पदार्थ का परिवहन करके अन्यत्र कहीं स्तरों के रूप में संचित कर देते हैं। इस प्रकार अस्तित्व में आई हुई शिलाओं को हम निसादीय शिलार्थ (Sedimentary Rocks) कहते हैं। इनका दूसरा नाम जलज शिलार्थ भी है, जो भ्रामक है क्योंकि इनकी रचना केवल जल की क्रिया से नहीं होती है, वरन् हिमानी, वायु आदि अभिकर्ता भी इनकी सृष्टि के लिए उत्तरदायी हैं। स्तरों में व्यवस्थित पाये जाने से इन्हें स्तुत शिलार्थ (Stratified Rocks) भी कहते हैं। यह नाम भी पूर्णतः यथार्थ नहीं क्योंकि निसादीय शिलाओं के अन्तर्गत जीवों के कर्पूरों (Shells) और ककालों (Skeletons) तथा पेड़-पौदों के अवशेषों से बनी शिलार्थ भी आती हैं जिनमें स्तर नहीं पाए जाते।

भूपर्पटी के अधिकांश भाग पर निसादीय शिलाओं का आवरण है। ये धरातल का लगभग ७५ प्रतिशत भाग ढके हुए हैं। यद्यपि इनका विस्तार इतना अधिक है, तथापि इनसे भूपर्पटी का केवल ५ प्रतिशत भाग निर्मित है। इससे स्पष्ट है कि इनकी गहराई बहुत कम है।

जलज शिलाओं का वर्गीकरण

जलज शिलाओं के वर्गीकरण के दो आधार हो सकते हैं—(१) संरचना तथा (२) उत्पत्ति।

(१) संरचना के अनुसार वर्गीकरण

संरचना की दृष्टि से जलज शिलाओं को निम्नलिखित चार विभागों में बाँटा जा सकता है—

विभाग	संरचना	उदाहरण
१ सैकतमय (Arenaceous)	सिकता अथवा बालूकण (Sand particles)	बालुकाश्म (Sandstone)
२ मृण्मय (Argillaceous)	मृत्तिका (Clay)	जम्बशिला (Shale)
३ चूर्णमय (Calcareous)	कैल्शियम कार्बोनेट Calcium Carbonate	चूने का पत्थर (Limestone)
४ प्राणारमय (Carbonaceous)	कार्बन (Carbon)	जीर्णक (Peat), वन्रुअगार (Lignite) कोयला (Coal)

कुछ निसिदीय शिलायें ऐसी हैं, जो उपर्युक्त वर्गीकरण में नहीं आती हैं—

संमिष्ट (Conglomerate)—अष्टीला (Pebbles) जैसे शिलाओं के गोलाकार टुकड़ों के परस्पर चिपक जाने से यह शिला बन जाती है।

संकोणाश्म (Breccia)—ये शिला पत्थर के नोकदार टुकड़ों के परस्पर चिपक जाने से बन जाती हैं।

(२) उत्पत्ति के अनुसार वर्गीकरण

उत्पत्ति के विचार से जलज शिलाओं को निम्नलिखित विभागों में बाँटा जा सकता है—

(१) सागरीय निक्षेप (Marine Deposits)—ये शिलायें सागर अथवा महासागर में निक्षेपित होती हैं।

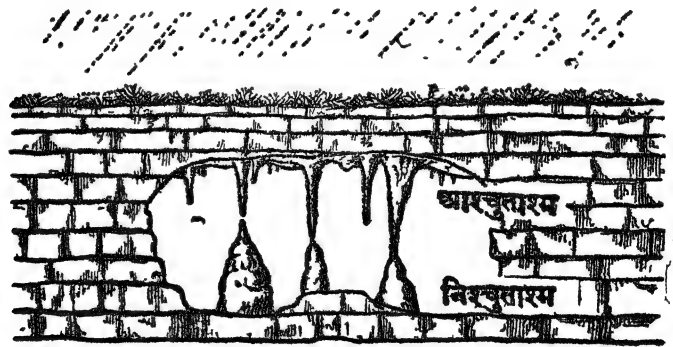
(२) झील निक्षेप (Lacustrine Deposits)—ये शिलायें झीलों में निक्षेपित होती हैं।

(३) सरिता निक्षेप (Riverine Deposits)—सरिताओं के बाढ़ क्षेत्रों में ऐसी शिलायें बन जाती हैं।

(४) वायु निक्षेप—(Aeolian Deposits)—वायु द्वारा परिवाहित सिकुड़े हुए कण एकत्र होकर कठोर चट्टानों में परिणत हो जाते हैं। उदाहरणार्थ लोयस (Loess)।

(५) हिमानी निक्षेप (Glacial Deposits)—हिमनदियों द्वारा निक्षेपित पदार्थ ससाद्रित होकर शिलाओं का रूप ले लेता है। हिमानी-निक्षेप का एक उदाहरण दीर्घकूटिका (Drumlin) है, जो उल्टी नाव की आकृति का हिमनदी कृत निक्षेप है। विशेष विवरण के लिए हिमनदी का प्रकरण देखिए।

(६) रासायनिक निक्षेप (Chemically formed Deposits)—ये शिलायें रासायनिक प्रक्रियाओं के फलस्वरूप बन जाती हैं। उदाहरणार्थ—यदि पानी में कार्बन डाइ आक्साइड घुला हो तो उसमें चूने के पत्थर को घोल लेने की क्षमता आ जाती है, यह घुला हुआ चूने का पत्थर अनेक रूपों में निक्षेपित होता है जैसे चूने के पत्थर की कन्दराओं में छत से लटकते हुए स्तम्भ पाए



~~निक्षेप~~ चूने के पत्थर के स्तम्भ (Stalactites) एवं निश्चुताश्म (Stalagmites)

जाते हैं, जिन्हें च्यावाश्म (Stalagmite) कहते हैं और फर्श पर स्थापित स्तम्भ भी पाए जाते हैं, जिन्हें निश्चुताश्म (Stalagmite) कहते हैं। विशेष विवरण के लिये भूमिगत जल का प्रकरण देखिए।

(७) अवयवी अथवा आगिक निक्षेप (Organic Deposits)—जानवरों (जैसे मूँगे का कीड़ा) तथा पेड़ पौदों के अवशेषों से इन शिलाओं का निर्माण होता है।

(३) परिवर्तित शिलायें (Metamorphic Rocks)

कभी २ ताप दबाव अथवा रासायनिक प्रक्रियाओं के कारण आग्नेय और जलज शिलाओं में इतना अधिक परिवर्तन हो जाता है, कि उनके अनेक मौलिक लक्षण लुप्त हो जाते हैं और नवीन लक्षण प्रकट हो जाते हैं। इन्हें तब हम परिवर्तित शिलायें (Metamorphic Rocks) कहते हैं। उदाहरण—

(१) ताप (Heat) के माध्यम द्वारा चूने का पत्थर (Limestone) सगमरमर (Marble) में परिणत हो जाता है।

ताप

चूने का पत्थर (Limestone) → सगमरमर (Marble)

(२) दबाव (Pressure) के कारण जम्बशिला (Shale) सुभाजा (Schist) में परिणत हो जाती है

दबाव

जम्बशिला (Shale) → सुभाजा (Schist)

सामान्यतः परिवर्तित शिलायें मणिभीय (Crystalline) होती हैं। इस दृष्टि से इनमें और आग्नेय शिलाओं में यह अन्तर है, कि इनमें मणिभीय समानान्तर स्तरों में व्यवस्थित रहते हैं और आग्नेय शिलाओं में उनकी कोई व्यवस्था नहीं होती।

शिलाओं में परिवर्तन की क्रिया (Metamorphism) ऋतुक्षरण (Weathering) की ठीक उल्टी है। इन दोनों क्रियाओं से शिलाओं में अन्तर हो जाते हैं—परिवर्तन द्वारा साधित अन्तर सृजनात्मक होता है और ऋतुक्षरण द्वारा साधित अन्तर विनाशकारी। ऋतुक्षरण की क्रिया के कारण सुन्दर-सुन्दर शिलायें भट्टी लगने लगती हैं और कालान्तर में वे नष्ट-भ्रष्ट होकर धूल में परिणत हो जाती हैं। इसके विपरीत परिवर्तन से चूने के पत्थर जैसी काली भट्टी और अनाकर्षक शिला सगमरमर जैसी सुन्दर एवं नयनाभिराम शिला में परिणत हो जाती है।

शिलाओं में परिवर्तन (Metamorphism) के भेद

शिलाओं में होने वाले परिवर्तन का वर्गीकरण दो आधारों पर किया जा सकता है—

(१) अभिकर्ता (Agency) के अनुसार

(२) प्रभावित होने वाले क्षेत्र के विस्तार के अनुसार

(१) अभिकर्ता के अनुसार

~ (१) तापीय परिवर्तन (Thermal Metamorphism) — इस दशा में परिवर्तन का मुख्य कारण ताप होता है, जैसे चूने के पत्थर का सगमरमर में परिणत हो जाना —

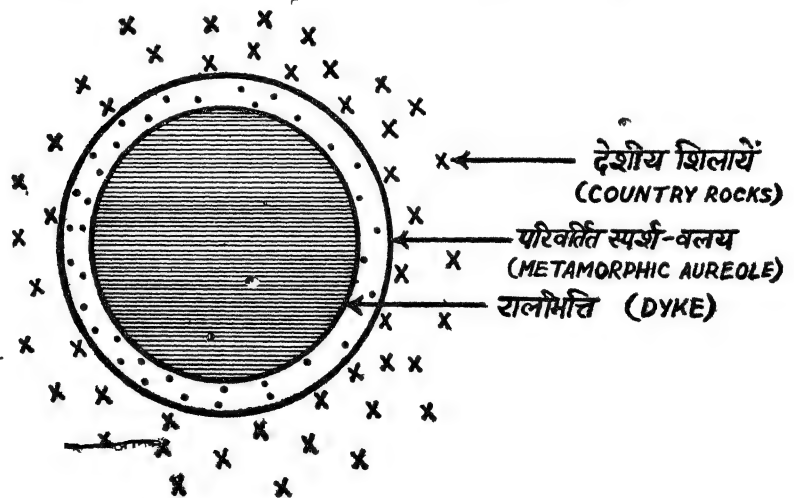
चूने का पत्थर $\xrightarrow{\text{ताप}}$ सगमरमर

(२) गत्यात्मक परिवर्तन (Dynamic Metamorphism) — इस दशा में परिवर्तन का मुख्य कारण दबाव होता है, जैसे जम्बशिला (Shale) का सुभाजा (Schist) में परिणत हो जाना —

जम्बशिला (Shale) $\xrightarrow{\text{दबाव}}$ सुभाजा (Schist)

(२) प्रभावित होने वाले क्षेत्र के विस्तार के अनुसार

(१) संपर्कीय परिवर्तन (Contact Metamorphism) — भूपर्वटी के जब लावा ऊपर उठता है, तब वह अपने चारों ओर की शिलाओं को प्रभा-



चित्र ३- संपर्कीय परिवर्तन (CONTACT METAMORPHISM)

वित करता है। उष्ण लावा के सस्पर्श से चारो ओर की चट्टाने झुलस जाती है। यही नहीं, लावा की धाराये भी उनमे प्रविष्ट हो जाती है और इस प्रकार रासायनिक प्रक्रियाये भी घटित होती है। रालभित्ति के चारो ओर स्थित परिवर्तित शिला के कटिबन्ध को परिवर्तित स्पर्श वलय (Metamorphic aureole) कहते हैं। सौराष्ट्र मे अनेक अधशैल (Bathyliths) पाये जाते हैं। उनके चारो ओर सस्पर्शीय परिवर्तन के प्रमाण मिलते हैं।

(२) प्रादेशिक परिवर्तन (Regional Metamorphism)—कभी २ परिवर्तन की क्रिया बड़े विस्तृत क्षेत्र मे होती है। उदाहरण के लिये जब भजित पर्वत (Folded Mountains) बनते हैं, तब भूपर्पटी के एक वृहद् कटिबन्ध की शिलाओ मे परिवर्तन होता है। हिमालय पर्वत का मध्यवर्ती अक्ष ऐसी ही परिवर्तित शिलाओ से बना है।

परिवर्तित शिलाओं का वर्गीकरण

परिवर्तित शिलाओ के वर्गीकरण के अनेक आधार हो सकते हैं—

(१) मूल शिलाओ के आधार पर

(२) परिवर्तन के अभिकर्ता (Agency of metamorphism) के अनुसार

(३) प्रभावित होने वाले क्षेत्र की प्रकृति और विस्तार के अनुसार।

(१) मूल शिलाओं के आधार पर

मूल शिलाओ के आधार पर परिवर्तित शिलाओ के दो विभाग किए जा सकते हैं—

(१) परि-जलज शिलाये (Meta-sedimentary Rocks)—उन परिवर्तित शिलाओ को कहते हैं, जो जलज शिलाओ के परिवर्तन से बनती हैं जैसे सगमरमर

चूने का पत्थर —————→ सगमरमर

(जलज शिला)

(परि-जलज शिला)

(२) परि-अग्नेय शिलाये (Meta-Igneous Rocks)—उन परिवर्तित शिलाओ को कहते हैं, जो अग्नेय शिलाओ के परिवर्तन से बनती हैं जैसे सर्पिजशिला (Serpentine)

ग्यामाश्म (Gabbro) —————> सर्पिजशिला (Serpentine)
(आग्नेय शिला) परि-आग्नेय शिला

(२) परिवर्तन के अभिकर्ता के अनुसार

इस दृष्टि से परिवर्तित शिलाओं को दो वर्गों में बाँटा जा सकता है —

(१) तापीय परिवर्तन (Thermal Metamorphism) की शिलायें—जैसे सगमरमर ताप
चूने का पत्थर —————> सगमरमर

(२) गन्यात्मक परिवर्तन (Dynamic Metamorphism) की शिलायें—जैसे सुभाजा (Schist)

जम्बशिला (Shale) —————> सुभाजा (Schist)

(३) प्रभावित होने वाले क्षेत्र के विस्तार के अनुसार

इस आधार पर परिवर्तित शिलाओं के दो विभाग किए जा सकते हैं —

(१) संपर्शीय परिवर्तन की शिलायें—जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, संपर्शीय परिवर्तन में उष्ण शिला-द्रव अथवा लावा अन्य ठोस शिलाओं का संपर्क करते हुए ऊपर उठता है, जिससे वे झुलस जाती हैं और कभी कभी उनमें लावा की धारायें भी प्रविष्ट हो जाती हैं, जिससे रासायनिक प्रक्रियाएँ भी घटित हो जाती हैं। इसका एक उदाहरण चूने के पत्थर में प्रविष्ट रालभित्ति (Dyke) है। रालभित्ति के किनारे के निकट चूने का पत्थर सगमरमर में परिणत हो जाता है। यह संपर्शीय परिवर्तन का ही फल है।

(२) प्रादेशिक परिवर्तन की शिलायें—जब परिवर्तन की प्रक्रिया विस्तृत प्रदेश में घटित होती है, तब जो परिवर्तित शिलायें बनती हैं, उन्हें हम प्रादेशिक परिवर्तन की शिलायें कहते हैं। उदाहरणार्थ पैन्सिलवानिया (संयुक्त राष्ट्र अमेरिका) में पर्वतकारक बलों (Orogenic forces) के दबाव से तथा घर्षण के ताप से विस्तृत क्षेत्र में चूने का पत्थर सगमरमर में और जम्बशिला (Shale) शिलापट्ट (Slate) में परिणत हो गई है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1. Suggest a classification of rocks of the earth's crust and give a brief account of their mode of origin.
(Agra B. A. 1953.)

2. Discuss the nature and mode of origin of the chief types of rocks (Allahabad B. A. 1951.)

3. What are the distinguishing characteristics and modes of formation of igneous, metamorphic and sedimentary rocks ?

(Agra B. A. Part I, 1955.)

4. Classify different kinds of rocks. How would you distinguish each of them ? Account for the economic importance of igneous rocks.

(Agra B. A. 1955.)

5. Describe the mode of origin and chief characteristics of sedimentary rocks. Give their common varieties and economic uses.

(Agra B. A. 1952.)

6. Classify sedimentary rocks and state their chief characteristics and uses .

(Banaras B. A. and B. Sc. 1951.)

7. Discuss the process of origin and characteristic features of the major classes of sedimentary rocks.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1953.)

8. What do you understand by metamorphism in rocks? State the various ways, it is brought about giving examples.

(Agra B. A. 1948.)

9. Write notes on—

(a) Igneous Rocks. (Ajmer Inter. 1949.)

(b) Sedimentary Rocks.

(Allahabad B.A 1952 & Nagpur Inter. 1951.)

(c) Metamorphism.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1951.)

(d) Dyke (Banaras B.A. & B.Sc. 1951.)

द्वितीय परिच्छेद

भूपर्पटी की गतियाँ

निम्नांकित सारिणी भूपर्पटी की गतियों का सरल वर्गीकरण प्रस्तुत करती है—

भूपर्पटी	की गतिय
<p>पर्वतकारक (Orogenic) —ये गतियाँ उन बलों के कारण होती हैं, जो क्षैतिज दिशा में क्रियाशील होते हैं। इन गतियों के फलस्वरूप निम्नलिखित प्रक्रियाएँ घटित होती हैं —</p> <ol style="list-style-type: none"> (१) भजन (Folding) (२) विभजन (Faulting) (३) विभजन (Warping) 	<p>महाद्वीपकारक (Epeirogenic) —ये गतियाँ उन बलों के कारण होती हैं, जो लम्बवत् दिशा में क्रियाशील होते हैं। इन गतियों के फलस्वरूप धरातल के समतल में परिवर्तन हो जाते हैं। इन्हें पुन दो उपविभागों में बाँटा जा सकता है —</p> <ol style="list-style-type: none"> (१) आकस्मिक गतियाँ—इनके फलस्वरूप धरातल का भाग विशेष अचानक ऊपर उठ जाता है या नीचे धँस जाता है। (२) मन्द एवं दीर्घकालीन गतियाँ—इनके फलस्वरूप धरातल में मन्द वेग से दीर्घकाल में अधोगति अथवा निमज्जन (Subsidence), ऊर्ध्वगति अथवा उन्मज्जन (Elevation), अथवा समतल के दोलन (Oscillations of level) होते हैं।

भू पर्पटी की गतियों का वर्गीकरण

समुद्बर्तन (Diastrophism) शब्द के अन्तर्गत भूपर्पटी की समस्त गतियाँ आ जाती हैं।

भूपर्पटी की गतियों को हम मोटे तौर पर दो प्रमुख विभागों में बाँट सकते हैं :—

१—पर्वतकारक गतियाँ (Orogenic or Mountain-Building Movements)।

२—महाद्वीपकारक (Epeirogenic or Continent-Building Movements)

इनकी विवेचना बाँये पृष्ठ पर दी गई सारिणी में की गई है।

१. पर्वतकारक गतियाँ (Orogenic Movements)

पर्वतकारक गतियाँ उन बलों के कारण होती हैं जो क्षैतिज दिशा में क्रियाशील होते हैं। इन गतियों से भजन (Folding) विभजन (Faulting) और विभजन (Warping) होता है।

(१) भजन (Folding)

जब शिलाओं के क्षैतिज स्तरों पर दो विपरीत दिशाओं से दबाव पड़ता है, तब उनमें मोड़ पड़ जाते हैं। यही भजन (Folding) है। चित्र ४ से यह कथन स्पष्ट होगा। इन मोड़ों या भजों (Folds) के ऊपर उठे हुए भागों को हम भज-चाप (Anticline) कहते हैं और नीचे धँसे हुए भागों को भज-द्रोणी (Syncline)।

भजन-क्रिया (Folding) का वर्गीकरण

भजन की मुख्य प्रकार निम्नलिखित हैं—

(१) सममित भजन (Symmetrical Folding)—जब प्रत्येक भज के दोनों बाहु समान रूप से झुके रहते हैं।

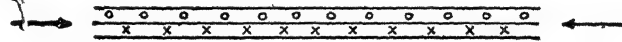
(२) असममित भजन (Asymmetrical Folding)—जब प्रत्येक भज का एक बाहु दूसरे की अपेक्षा कम या अधिक झुका रहता है।

(३) एकप्रवणिक भजन (Monoclinal Folding)—जब प्रत्येक भज का एक बाहु लम्बवत (Vertical) होता है।

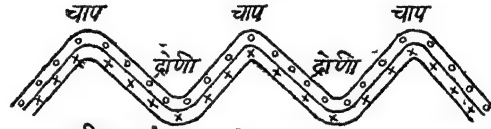
(४) समाभिन्न भजन (Isoclinal Folding)—जब प्रत्येक भज के दोनों बाहु परस्पर समानान्तर होते हैं।

(५) शायी भजन (Recumbent Folding)—जब भज के दोनो बाहु प्रायः क्षैतिज होते हैं। स्पष्ट है, कि इसके निर्माण के लिए एक दिशा से लगने वाला पार्श्विक दबाव अपने विपरीत दिशा से लगने वाले पार्श्विक दबाव से बहुत अधिक होगा।

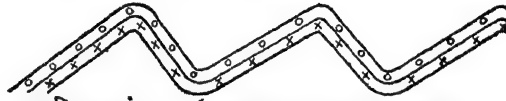
(६) व्यजनाकार भजन (Fan Folding)—जब पार्श्विक दबाव के



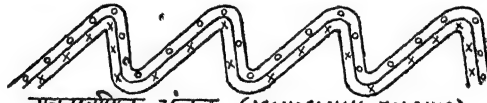
शिलास्तरी पर दोनो पार्श्वी से दबाव पड़ रहा है



सममित भंजन (SYMMETRICAL FOLDING)



असममित भंजन (ASYMMETRICAL FOLDING)



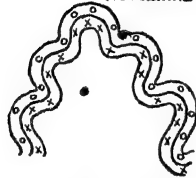
एकप्रवणिक भंजन (MONOCLINAL FOLDING)



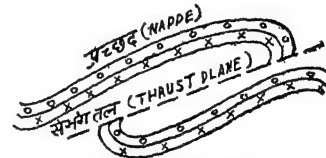
समाभिन्न भंजन (ISOCINAL FOLDING)



शायी भंजन (RECURBENT FOLDING)



व्यजनाकार भंजन (FAN FOLDING)



समंग तल तथा प्रच्छद (THRUST PLANE AND NAPPE)

चित्र-६ भंजन-क्रिया (FOLDING) का वर्गीकरण

आधिक्य से भजित क्षेत्र का मध्यवर्ती भाग ऊपर उठ जाता है और मेहराब जैसी आकृति बन जाती है।

संभग तल (Thrust Plane) तथा प्रच्छद (Nappe)

कभी २ जब भजन की क्रिया सम्पन्न होती है, तब पार्श्विक दबाव के अधिव्य से पर्यंटी में दरार पड़ जाती है और उसके अनुरूप पर्यंटी का एक खण्ड फिसलकर दूसरे खण्ड के ऊपर चढ़ जाता है। इस प्रकार फिसलने की क्रिया को हम (Thrust) कहते हैं और वह जिस समतल के अनुरूप होती है उसे संभग तल (Thrust Plane) कहते हैं। पर्यंटी के उस खण्ड को जो ऊपर चढ़ जाता है, प्रच्छद (Nappe) कहते हैं। Nappe शब्द फ्रान्सीसी भाषा का है और इसका शाब्दिक अर्थ है—मेज का बिछावन।

(२) विभंगन Faulting)

कभी-कभी बृहद् पार्श्विक दबाव के कारण कठोर शिलास्तर मुड़ने के स्थान पर टूट जाते हैं और इस प्रकार एक दरार अस्तित्व में आ जाती है। इस क्रिया को हम विभंगन (Faulting) कहते हैं और इस दरार को विभंग समतल (Fault Plane)। जैसा कि चित्र ५ से स्पष्ट होगा। दबाव के कारण विभंग समतल के एक पार्श्व के शिलास्तर दूसरे पार्श्व के शिलास्तर की अपेक्षा ऊपर उठ जाते हैं। संक्षेप में, भूपर्यंटी की ऐसी दरार अथवा विदर को जिसके एक पार्श्व के शिलास्तर दूसरे पार्श्व के शिलास्तरों की अपेक्षा ऊपर उठ जाते हैं हम विभंग (Fault) कहते हैं।

विभंगन की प्रक्रिया एवं वर्गीकरण के समझने के लिये कुछ शब्द विशेष जान लेना समीचीन होगा—

(१) विभंग समतल (Fault Plane)—उस समतल को कहते हैं, जिसके अनुरूप शिलास्तरों की गति होती है।

(२) विभंग समतल का अभिनति कोण (Dip)—विभंग-समतल क्षैतिज-दिशा के प्रति जो कोण बनाता है, उसे हम विभंग-समतल का अभिनति कोण (Dip of the Fault Plane) कहते हैं।

(३) ऊपर उठा हुआ खण्ड (Upthrown side) और नीचे धँसा हुआ खण्ड (Downthrown side).—ऊपर उठा हुआ खण्ड शिलास्तर का वह भाग है, जो विभंग-समतल की दूसरी ओर के शिलास्तर की अपेक्षा ऊपर उठा रहता है। वास्तव में, क्षेत्र (Field) में यह निर्धारित करना कि शिलास्तर के कौन से भाग में गति हुई है बड़ा कठिन है।

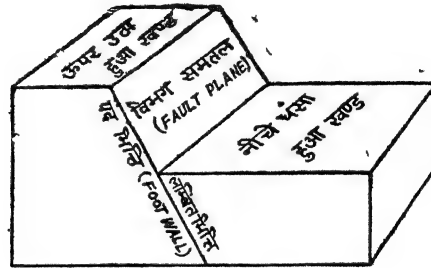
(४) लम्बित-भित्ति (Hanging Wall)—विभंग-समतल के ऊपरी पृष्ठ को लम्बित-भित्ति (Hanging Wall) कहते हैं।

(५) पद-भित्ति (Foot Wall)—विभग समतल के निचले पृष्ठ को पद-भित्ति (Foot Wall) कहते हैं।

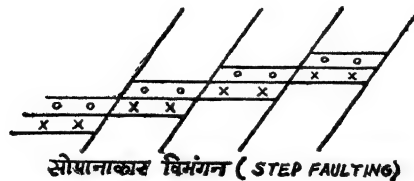
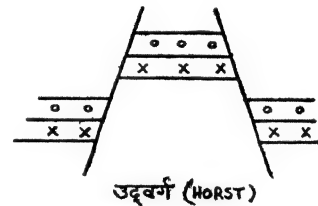
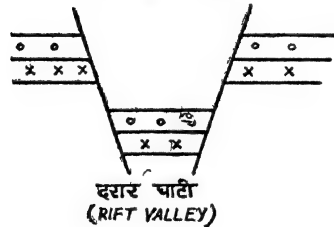
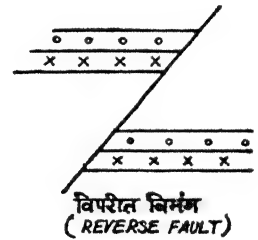
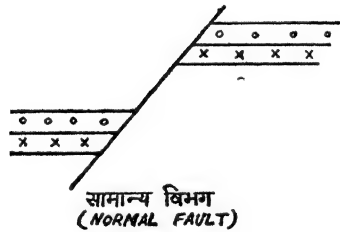
विभगों का वर्गीकरण (Classification of Faults)

विभगों की प्रमुख प्रकार निम्नोक्त है—

(१) सामान्य विभग (Normal Fault)—इसमें लम्बित भित्ति (Hanging Wall) धँसे हुए खण्ड की ओर होती है।



विभग से सम्बन्धित शब्दावली



चित्र ५—विभगों का वर्गीकरण

(२) विपरीत विभग (Reverse Fault)—इसमे लम्बित भित्ति ऊपर उठे हुए खण्ड की ओर होती है।

(३) दरार घाटी (Rift Valley or Graben)—दो सामान्य विभगों के मध्य में धँसे हुए स्थलखण्ड को हम दरार घाटी (Rift Valley) कहते हैं।

(४) उद्वर्ग (Horst)—यह दरार घाटी का ठीक उल्टा है। जब दो सामान्य विभगों के मध्य का स्थलखण्ड ऊपर उठ जाता है, तब उसे हम उद्वर्ग (Horst) कहते हैं।

(५) सोपानाकार विभगन (Step Faulting)—जब अनेक उत्तरोत्तर एवं समानान्तर विभगों में ऊपर उठने या नीचे धँसने की गति एक ही दिशा में होती है, तब उसे हम सोपानाकार विभगन (Step Faulting) कहते हैं।

(३) विभंजन (Warping)

कभी २ महाद्वीपकारक गतियों के फलस्वरूप भूपृष्ठ के वृहत् क्षेत्र मुड़ कर ऊपर उठ जाते हैं या नीचे धँस जाते हैं। ऐसे क्षेत्र सैकड़ों मील लम्बे और चौड़े होते हैं। ऊपर उठे हुए क्षेत्र को हम भू-चाप (Ge-anticline) कहते हैं और नीचे धँसे हुए क्षेत्र को भू-द्रोणी (Geosyncline)। इस प्रकरण के पूर्वांश में भज-चाप (Anti-cline) एवं भज-द्रोणी (Syncline) का उल्लेख हो चुका है। यहाँ पर इनका भेद स्पष्ट कर देना उचित होगा। भज-चाप अथवा भज-द्रोणी में शिलाओं के अपेक्षाकृत बहुत कम (अर्थात् लगभग दो तीन) स्तर प्रभावित होते हैं, किन्तु भू-द्रोणी अथवा भू-चाप में भूपर्पटी की वृहत् मोटाई निहित होती है। उत्तरी अमेरिका का पश्चिमी मैदान भू-चाप (Ge-anticline) का द्योतक है और बाल्टिक सागर भू-द्रोणी (Geo-syncline) का। यहाँ पर यह उल्लेख कर देना उचित होगा कि भू-चाप अथवा भू-द्रोणी में अनेक छोटे २ भज (Folds) एवं विभग (Faults) विद्यमान हो सकते हैं।

महाद्वीपकारक गतियाँ (Epeirogenic Movements)

महाद्वीपकारक गतियाँ उन बलों के कारण होती हैं, जो लम्बवत दिशा में क्रियाशील होते हैं। इनसे धरातल के समतल में अन्तर हो जाते हैं, अर्थात् वह ऊपर उठ जाता है अथवा नीचे धँस जाता है।

महाद्वीपकारक गतियों को पुन दो उपविभागों में विभाजित किया जा सकता है—(१) आकस्मिक (Sudden) एवं (२) मन्थर (Slow)।

(१) आकस्मिक गतियाँ (Sudden Movements)

आकस्मिक गतियों से भूकम्प होते हैं, जिनसे भूपृष्ठ के समतल में अन्तर हो जाते हैं। इसके कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं —



(क) उन्मज्जन (Elevation)

(१) सन् १८८५ ई० के न्यूजीलैण्ड के भूकम्प से धरातल का कुछ भाग ९ फुट ऊपर उठ गया।

(२) सन् १८२२ ई० के चिली के भूकम्प से तट रेखा ३ फुट से लेकर ४ फुट तक ऊपर उठ गई।

(ख) निमज्जन (Subsidence)

(३) सन् १८९१ ई० के जापान के भूकम्प से धरातल का कुछ भाग एक ओर २० फुट नीचे धँस गया।

(४) सन् १८१९ ई० के कच्छ के भूकम्प से २००० वर्गमील का वृहत् क्षेत्र १२ से लेकर १५ फुट तक नीचे धँस गया और अन्तर्देशीय सागर (In-land Sea) में परिणत हो गया। साथ ही साथ ६०० वर्ग मील का अन्य क्षेत्र ऊपर उठ गया। इस ईश्वरनिर्मित बाँध को आज भी हम 'अल्लाह-बाँध' कहते हैं।

(२) मन्थर एवं दीर्घकालीन गतियाँ (Slow and Secular Movements)

इनसे धरातल में तीन प्रकार के अन्तर होते हैं —

(क) धीरे-धीरे ऊपर उठना (Elevation)

(ख) धीरे-धीरे नीचे धँसना (Subsidence)

(ग) समतल के दौलन (Oscillations of Level) — अर्थात् एकान्तर पर धरातल का ऊपर उठना और नीचे धँसना। यह क्रिया भी क्रमशः धीरे-धीरे होती है।

(क) समतल का उन्मज्जन (Elevation of Level)

इसके कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं —

(१) बिलूचिस्तान के मेकरान तट पर सागर समतल से १०० फुट की ऊँचाई पर स्थित क्षेत्र में महासागरीय जीवों के कर्पर (Shells) उपलब्ध हुए हैं।

(२) काठियावाड़ के तट पर कगुकाश्म (Miliolite) नामक एक चूने का पत्थर पाया जाता है। इसका नाम (Miliolite) इसलिये पड़ा कि इसकी रचना कगुक (Miliota) नाम के पादछिद्र (Foraminifer) के अवशेषों से हुई है। यह तो निर्विवाद है कि कगुक केवल सागर में पाये जाते हैं, स्थल में नहीं। उक्त प्रदेश में चोटीला नाम के पर्वत की १३७३ फुट ऊँची चोटी पर कगुकाश्म (Miliolite) पाया गया है।

(३) पूर्वोक्त तट पर उडीसा, आन्ध्र और मद्रास में अनेक स्थानों में उन्मज्जन हुआ है। इन क्षेत्रों में सागर-समतल से ५० से लेकर १०० फुट की ऊँचाई तक सामुद्रिक जीव चूर्णप्रावारा (Mollusca) के कर्पर पाये गये हैं।

(४) इसी प्रकार स्कॉटलैण्ड में भी तट के उन्मज्जन के चिह्न मिले हैं।

(ख) समतल का निमज्जन (Subsidence)

इसके कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं —

(१) सन् १८७८ ई० में जब बम्बई द्वीप के पूर्वी तट पर खुदाई अथवा उत्खनन (Excavation) का कार्य हो रहा था, तब वहाँ पृथ्वी में धँसे हुए बहुत से वृक्ष पाये गये। ३० एकड़ के क्षेत्र में ३८२ वृक्ष मिले, जिनमें २२३ अपनी मूलस्थिति में लम्बवत् खड़े थे। ये वृक्ष उच्चतम ज्वार के समतल से ३३ फुट नीचे पाये गए। स्पष्ट है, कि इस दशा में धरातल कम से कम ३३ फुट नीचे धँस गया है।

(२) इसी प्रकार वालीमुकम की खाड़ी में टिन्नवैली तट पर एक अन्य धँसे हुए बन का पता चला है।

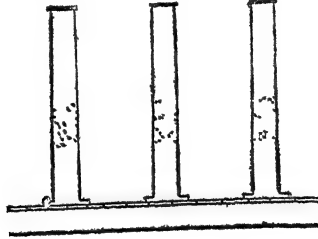
(३) पाण्डिचेरी के जीर्णक-निक्षेप (Peat Deposits) धरातल के निमज्जन के द्योतक हैं। यह निमज्जन प्रातिनूतन (Pleistocene) और अभिनव (Recent) काल में हुआ है।

(४) ब्रिटिश द्वीप समूह में भी निमज्जन के प्रमाण मिलते हैं, जिनसे विदित होता है कि निकट पूर्वकाल में उत्तरी सागर का दक्षिणी भाग 'निम्न समतल का बन' (Low Lying Forested Area) था।

(ग) समतल का दोलन (Oscillation of Level)

इसका एक सुन्दर उदाहरण नेपिल्स में सिरापिस का मन्दिर (Temple of Serapis) है। इस मन्दिर के खण्डहर के अध्ययन से यह विदित होता है

कि यहाँ के धरातल में निम्नज्जन और उन्मज्जन दोनों ही गतियाँ क्रम से घटित हुई हैं। इस मंदिर में तीन खम्भे हैं। धरातल से लेकर १२ फुट की ऊँचाई



चित्र ६—सिरापिस के मन्दिर के खण्डहर

तक ये खम्भे चिकने हैं। फिर १२ फुट से लेकर २१ फुट ऊँचाई तक इनमें सामुद्रिक जीवों द्वारा निर्मित छिद्र वर्तमान हैं। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि उक्त मंदिर २१ फुट के चिह्न तक समुद्र में डूबा हुआ था, १२ फुट के चिह्न तक ये खम्भे ज्वालामुखीय धूल (Volcanic Dust) में धँसे हुए थे, जिससे सामुद्रिक जीव इसमें छेद न कर सके। कालान्तर में यह मंदिर धरातल के उन्मज्जन के कारण समुद्र से बाहर निकल आया।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1. Describe the main types of earth-movements and the relief features they give rise to on the earth's surface. (Agra B A 1951)

2. What is Diastrophism and how does it effect landforms? Give examples and explain the most common landforms associated with it (Agra B. A. 1949.)

3. Write notes on— (a) Rift Valley. (Allahabad M A 1953, Banaras B A. and B Sc 1949 1950 and 1952; Agra B A Part I, 1955.)

(b) Ge-anticline (Allahabad M A 1950.)

(c) Folding (Nagpur Inter. Supple. 1951.)

(d) Nappe (Agra B. A. 1953; Lucknow M. Sc Geology 1951)

(e) Syncline (Agra B A. Part I, 1955)

तृतीय परिच्छेद

भूकम्प

१. भूकम्प क्या है ?

भूपृष्ठ के किसी भाग के यकायक काँप जाने को हम 'भूकम्प' कहते हैं।

२ भूकम्प के कारण

भूकम्प आने के प्रमुख कारण निम्नलिखित हैं —

- (१) ज्वालामुखी ✓
- (२) पृथ्वी का सिकुड़ना । ✓
- (३) भूसन्तोल का सिद्धान्त
- (४) विभगन की प्रक्रियाये
- (५) डा० रीड का सिद्धान्त
- (६) पृथ्वी के अन्दर गैसों का फैलना
- (७) कृत्रिम भूकम्प के कारण

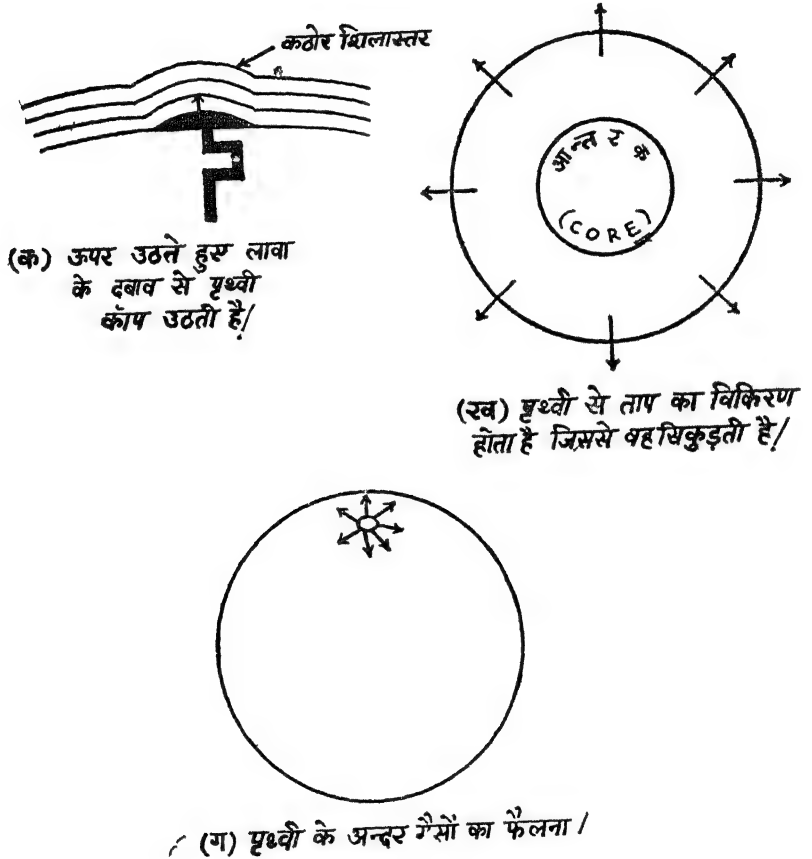
(१) ज्वालामुखी

ज्वालामुखी के विस्फोट के समय यह अत्यन्त स्वाभाविक है, कि उसकी निकटवर्ती क्षेत्र काँप उठे। कभी-कभी ज्वालामुखी के क्षेत्र में विस्फोट हुए बिना ही भूकम्प आ जाता है। यह इस प्रकार होता है। पृष्ठ से सैकड़ों मील नीचे पृथ्वी के अन्दर लावा विद्यमान है। द्रवित शिलाओं का नाम ही लावा है। कभी २ ऊपर के दबाव के घट जाने से या अन्य किसी कारण-वश यह लावा धरातल की ओर बढ़ता है। जैसा कि चित्र-७ क द्वारा स्पष्ट है, यह लावा निर्बल भाग अर्थात् दरारों और सन्धियों से होता हुआ ऊपर उठता है। यदि इसके मार्ग में कोई कठोर शिलाखण्ड आ जाता है, तो वह ऊपर नहीं जा पाता। शिलाखण्ड के विरुद्ध उसकी शक्ति क्रमशः संचित होती रहती है। कालान्तर में ऐसी अवस्था आ जाती है, कि उसकी संचित शक्ति शिलाखण्ड को हिला देती है। इस प्रकार शिलाखण्ड के ऊपर धरातल में 'भूकम्प' आ जाता है।

आधुनिक अनुसन्धान इस धारणा के विरुद्ध है। इनके अनुसार भूपर्पटी में बहुत से तेजोद्गार पदार्थ (Radio-active Substances) वर्तमान हैं।

(२) पृथ्वी का सिकुड़ना

अनेक विद्वानों की यह धारणा है, कि विकिरण (Radiation) की क्रिया द्वारा पृथ्वी का तापक्रम क्रमशः घटता जा रहा है। ताप के क्षीण होने से



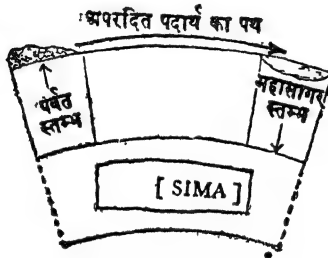
चित्र ७—भूकम्प के कुछ कारण

पृथ्वी सिकुड़ती है। संकोचन के समय भूपृष्ठ के अनेक भाग काँप जाते हैं। अन्य शब्दों में वहाँ भूकम्प आ जाता है।

उनका वियोजन (Disintegration) होता रहता है, जिससे बहुत बड़े परिमाण में ताप उद्धिकसित होता है। यह ताप विकिरण द्वारा खोये हुए ताप की पूर्ति कर देता है। तब पृथ्वी के सिकुड़ने का प्रश्न ही कहाँ रहा ?

(३) भूसन्तोल (Isostasy) का सिद्धान्त

इस सिद्धान्त के अनुसार पृथ्वी का सबसे बाहरी स्तर अपने नीचेवाले स्तर पर ठीक उसी प्रकार तैर रहा है जैसे पानी में काँकें तैरता है। बाहरी स्तर के दो खण्ड चित्र ८ में प्रदर्शित किये गए हैं—एक पर्वतीय क्षेत्र का द्योतक है, दूसरा महासागर का। नदियाँ पर्वतों को घिसती रहती हैं और



चित्र ८—भूसन्तोल के व्यतिक्रम से भूकम्प का आना

घिसे हुए पदार्थ को सागर में एकत्र करती रहती है। इसका परिणाम यह होता है कि पर्वतीय भाग का भार क्रमशः घटता रहता है और महासागरीय भाग का भार बढ़ता रहता है। भार घट जाने से पर्वतीय भाग ऊपर उठता है और भार बढ़ जाने से महासागरीय भाग नीचे धँसता है। भूपर्पटी के विभिन्न भागों के इस प्रकार ऊपर उठने और नीचे धँसने से भी भूकम्प आ जाते हैं।

(४) विभगन (Faulting) की प्रक्रियायें

जब भूपर्पटी के किसी भाग पर दो विपरीत दिशाओं से दबाव लगता है, तो उसमें मोड़ पड़ जाते हैं। भूगोल में इसे भजन (Folding) कहते हैं। कभी २ शिलाओं के कठोर होने से तथा दबाव की मात्रा अधिक होने से शिलाखण्ड में दरार पड़ जाती है और एक खण्ड दूसरे खण्ड के ऊपर दरार के अनुरूप चढ़ जाता है। भूगर्भशास्त्र में इस क्रिया को विभगन कहते हैं। यह अनेक प्रकार का होता है। जब कभी भी विभगन की प्रक्रिया

(६) पृथ्वी के अन्दर गैसों का फैलना

कभी कभी पृथ्वी के अन्दर विद्यमान गैसों के फैलने से (चित्र ७ ग) अथवा नीचे के भागमें परिणत होने से उत्पन्न हुए दबाव के कारण भी भूकम्प आ जाते हैं।

(७) कृत्रिम भूकम्प के कारण

कृत्रिम भूकम्प का कारण मनुष्य है। हिरोशिमा में जब एटम बम का धडाका हुआ, तो पृथ्वी काँप उठी। रेल के चलने से प्रायः रेलमार्ग और पुल में कम्पन होता है।

३. भूकम्प का वर्गीकरण

भूकम्प का वर्गीकरण अनेक प्रकार से किया जा सकता है। कारण के आधार पर भूकम्प की दो श्रेणियाँ की जा सकती हैं—

(१) कृत्रिम अथवा मनुष्यकृत भूकम्प—जैसे बम-विस्फोट के कारण किसी भूभाग का काँप जाना। इस प्रकार के भूकम्प महत्त्वहीन और नगण्य हैं।

(२) प्राकृतिक भूकम्प—ये प्राकृतिक कारणों से होते हैं। इन्हें पुनः दो विभागों में बाँटा जा सकता है—(अ) कुछ भूकम्पों का सम्बन्ध ज्वालामुखी के उद्गार से होता है। जापान में आने वाले भूकम्प इसी प्रकार के हैं। (आ) भूपर्पटी में होने वाली गतियों के फलस्वरूप भी भूकम्प होते हैं। भारतवर्ष में आने वाले अधिकांश भूकम्प इसी श्रेणी के हैं। ज्वालामुखी से सम्बन्धित भूकम्प इतने विनाशकारी नहीं होते, जितने भूपर्पटी की गतियों के कारण आने वाले भूकम्प होते हैं।

स्थिति के अनुसार भूकम्प की दो श्रेणियाँ की जा सकती हैं—(१) स्थल में आने वाले भूकम्प तथा (२) समुद्र के गर्भ में आने वाले भूकम्प, यद्यपि कारण की दृष्टि से इनमें कोई भेद नहीं है।

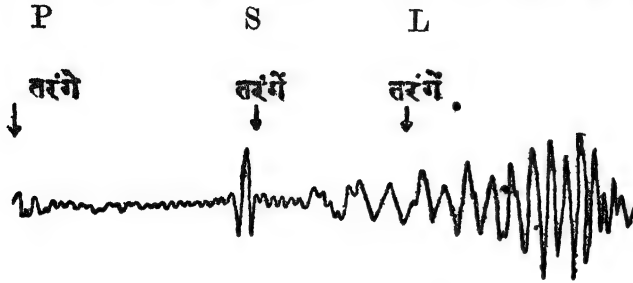
समुद्र के गर्भ में जब भूकम्प होता है, तो उससे बड़ी भयानक लहरे उत्पन्न होती हैं, जो तटीय नगरों को बहुत हानि पहुँचाती हैं। जापान में इन लहरों को ट्यूनामिस (Tsunamis) कहते हैं।

४. भूकम्प की प्रक्रिया

भूकम्प का उद्गम (Seismic Focus) धरातल से प्रायः पचास-साठ

मील नीचे होता है। उद्गम से भूकम्प की लहरे पृष्ठ की ओर अग्रसर होती हैं। ये लहरे तीन प्रकार की होती हैं—

(१) प्राथमिक (Primary or P) अथवा अनुदैर्घ्य (Longitudinal) लहरे—इनका गति-वेग सबसे अधिक होता है। इनका औसत वेग ३३ मील प्रति सैकण्ड है। भूपृष्ठ पर ये सबसे पहले पहुँचती हैं।



चित्र १—भूकम्प की तरंगें

(२) गौण (Secondary or S) अथवा अनुप्रस्थ (Transverse) लहरे—इनका गतिवेग प्राथमिक लहरों का लगभग आधा होता है और ये उनके पीछे २ चलती हैं। प्राथमिक लहरों की तुलना में इनसे क्षति अधिक होती है।

(३) पृष्ठ की लहरे (Surface or L Waves)—जब प्राथमिक और गौण लहरे धरातल पर पहुँच जाती हैं, तब पृष्ठ की लहरें अस्तित्व में आती हैं। इनका गतिवेग सबसे कम होता है, किन्तु इनसे क्षति बहुत होती है।

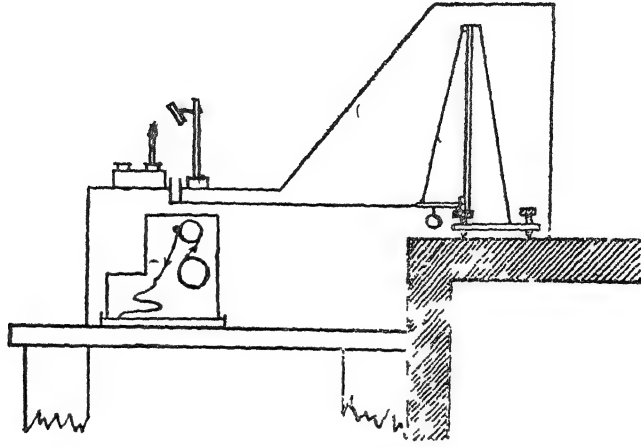
भूकम्प की लहरे सामान्यतः धरातल के उस स्थान पर सबसे पहले पहुँचती हैं, जो उद्गम के ठीक ऊपर होता है। इस बिन्दु को भूकम्पशास्त्र (Seismology) में अभिकेन्द्र (Epi-centre) कहते हैं। प्रायः अभिकेन्द्र में भूकम्प के आघात की मात्रा सबसे अधिक होती है।

भूकम्प की लहरे पृथ्वी की आन्तरिक रचना पर भी प्रकाश डालती हैं। इस सम्बन्ध में हम आगे विचार करेंगे।

भूकम्प-लेखक (Seismograph)—नामक यंत्र से हमें इन लहरों का ज्ञान होता है। चित्र में भूकम्प-लेखक प्रदर्शित किया गया है। भूकम्प आने के पूर्व इसमें लगी पेन्सिल कागज पर अपने आप चलने लगती है और उसमें ये लहरे अंकित हो जाती हैं। चित्र १ में भूकम्प की लहरे दिखाई गई हैं।

इन अंको के अध्ययन से आने वाले भूकम्प के सम्बन्ध में निष्कर्ष निकाले जाते हैं और उसके विषय में भविष्यवाणी दी जाती है।

भूकम्प लेखक के अंकन से ज्ञात होता है कि पृथ्वी के किसी न किसी भाग



चित्र १०—भूकम्पमापक (Scismograph)

में भूकम्प नित्य ही आते रहते हैं। ये भूकम्प इतने हल्के होते हैं कि, हमें उनका अनुभव नहीं होता।

भूकम्प मानचित्रों में दो प्रकार की रेखाएँ प्रयुक्त होती हैं —

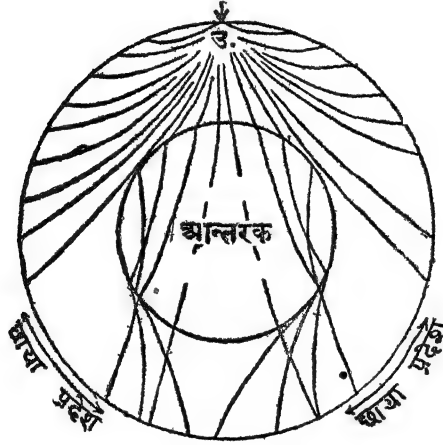
(१) भूकम्प समकालीन रेखाएँ (Homo-seismal Lines)—ये वे कल्पित रेखाएँ हैं, जो उन स्थानों को मिला देने से बन जाती हैं, जहाँ भूकम्प का अनुभव एक ही समय होता है।

(२) भूकम्प समीपान रेखाएँ (Iso-seismal Lines)—ये वे कल्पित रेखाएँ हैं, जो उन स्थानों को मिला देने से बनती हैं, जहाँ भूकम्प के आघात की मात्रा समान हो।

५ भूकम्प और पृथ्वी की आन्तरिक रचना

विज्ञान के इतने उन्नतिशील होने पर भी हमारे पास पृथ्वी के अन्त्यन्तर के अध्ययन के लिये कोई भी विश्वसनीय साधन नहीं है। सछिद्रण (Bore hole) द्वारा अधिक से अधिक दस मील की गहराई का अध्ययन किया जा सकता है। पृथ्वी का अर्ध-व्यास चार हजार मील है। इसे दृष्टि में रखते हुए दस मील की

संख्या अत्यन्त नगण्य है। पृथ्वी के अन्तर के सम्बन्ध में आधुनिक अध्ययन भूकम्प की लहरों पर ही आधारित है। तरंगों की गति के अध्ययन से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि वे जिन स्तरों में होकर आई हैं, उनकी संरचना, घनत्व आदि क्या हैं। यह कथन इस उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिए किसी लड़के को यह आदेश दिया जाय कि वह मैदान में मरुस्थल और कीचड़ प्रत्येक में एक मील दौड़े। स्पष्ट है, कि वह मैदान की दूरी



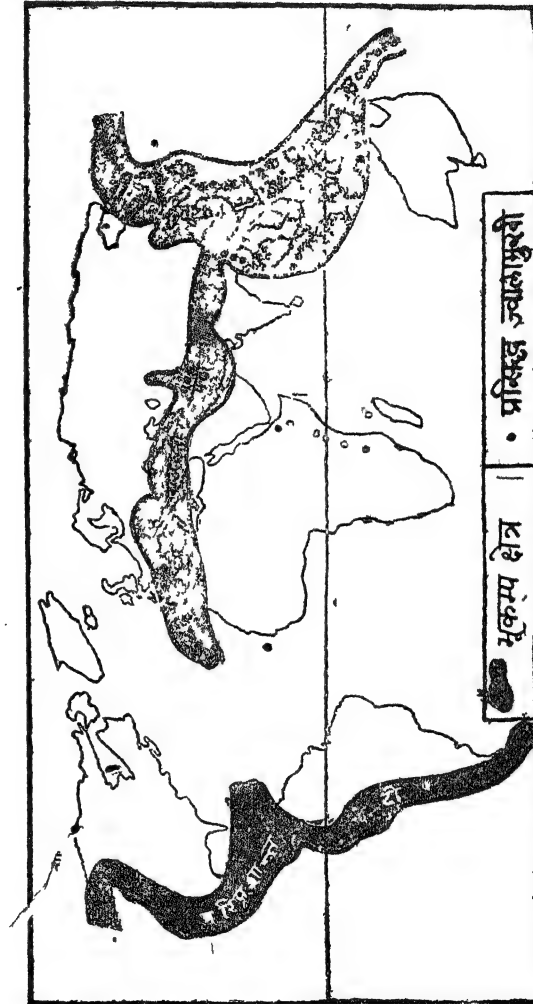
चित्र ११—पृथ्वी में भूकम्प की तरंगों के पथ

शीघ्र ही पूरी कर लेगा। मरुस्थल में उसे अपेक्षाकृत अधिक समय लगेगा और कीचड़ में तो पैर फसने के कारण उसे बहुत समय लग जायगा। अतएव यदि हमें यह ज्ञात हो कि लड़के को दौड़ने में कितना समय लगा तो हम तुरन्त ही यह बतला सकते हैं कि वह मैदान में दौड़ा है या मरुस्थल में या कीचड़ में। ठीक यही दशा भूकम्प की लहरों की भी है। उनके अध्ययन से हम पृथ्वी की आन्तरिक रचना का अनुमान लगा सकते हैं। प्रकाश की विरणों की भांति भूकम्प की लहरों में भी वर्तन (Refraction) होता है अर्थात् ऐसे तल पर जहाँ दो विभिन्न घनत्व के स्तर मिलते हैं, वे मुड़ जाती हैं। पृथ्वी के अन्तर के सम्बन्ध में निष्कर्ष निकालते समय इसका भी विचार किया जाता है। लहरें जितनी बार मुड़ेगी, स्तर के उतने ही विभेदन होंगे।

६. भूकम्प का वितरण

(१) पृथ्वी में

जैसा कि चित्र १२ द्वारा स्पष्ट है पृथ्वी पर भूकम्प की दो पेटियाँ विद्यमान हैं—



चित्र १२—पृथ्वी पर भूकम्प का वितरण

(१) परिप्रशान्त पेटी (Circum Pacific Belt)—यह पेटी प्रशान्त महासागर के चारों ओर तट पर वर्तमान है।

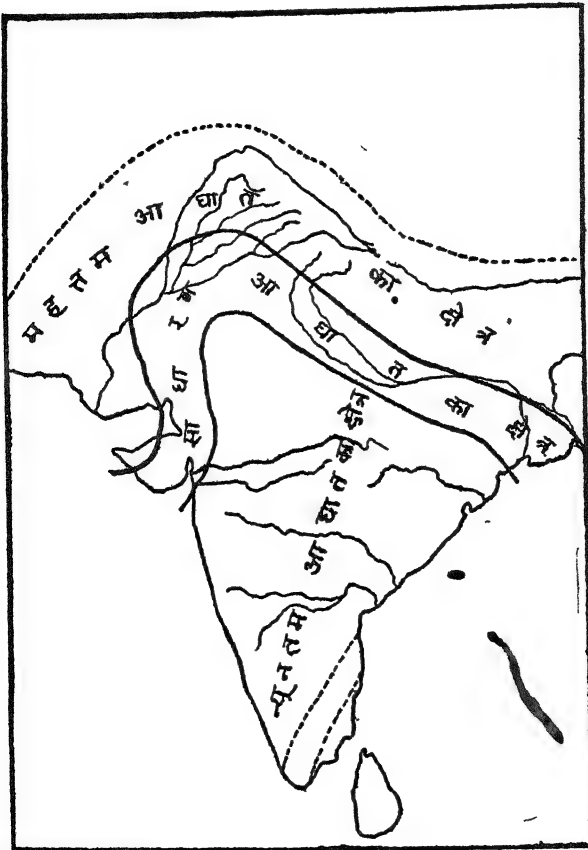
(१) मध्य जगत पेटी (Mid World Belt)—यह पेटी दक्षिणी योरोप, उत्तरी अफ्रीका और मध्य एशिया से गुजरती है और आगे जाकर प्रशान्त पेटी में मिल जाती है।

(२) भारतवर्ष में

चित्र १३ में भारतवर्ष के भूकम्प के कटिबन्ध प्रदर्शित किये गए हैं—

(१) सबसे उत्तर में महत्तम आघात का क्षेत्र (Zone of maximum intensity) है। यहाँ भूकम्प सबसे अधिक आते हैं और उनसे क्षति भी बहुत अधिक होती है।

(२) बीच में साधारण आघात का कटिबन्ध (Zone of compa-



चित्र १३—भारतवर्ष में भूकम्प की पेटियाँ

relative intensity) है। यहाँ भूकम्प अपेक्षाकृत कम आते हैं और उनसे हानि भी साधारण होती है।

(३) दक्षिण में न्यूनतम आघात का कटिबन्ध (Zone of minimum intensity) है। इस क्षेत्र में भूकम्प बहुत ही कम आते हैं और उनसे क्षति भी बहुत कम होती है।

उपर्युक्त कथन से प्रकट है कि भारतीय उपमहाद्वीप में भूकम्प की दृष्टि से उत्तरी भारत विशेषकर पाकिस्तान सबसे अधिक महत्वपूर्ण है। यहाँ भूकम्प बहुत आते हैं और उनसे हानि भी बहुत होती है। अनुभव द्वारा भी इसकी पुष्टि होती है। क्वेटा, बिहार और आसाम के भूकम्प अभी विस्मृत नहीं हुए हैं। भूकम्प की दृष्टि से दक्षिणी भारत महत्वहीन है। उत्तरी भारत में भूकम्प अधिक आने के अनेक कारण हैं। हिमालय पर्वत के ऊपर उठने की क्रिया अभी समाप्त नहीं हुई है। उसके ऊपर उठने से निकटस्थ क्षेत्र का कॉप जाना स्वाभाविक ही है। मुख्य सीमास्थित विभग (Main Boundary Fault) पर शिलाखण्डों के ऊपर उठने और नीचे जाने की गतियाँ होती रहती हैं। इसके अतिरिक्त उत्तरी भारत की शिलाओं का भूसन्तोल विषयक सन्तुलन (Isostatic Equilibrium) अभी तक नहीं हो सका है।

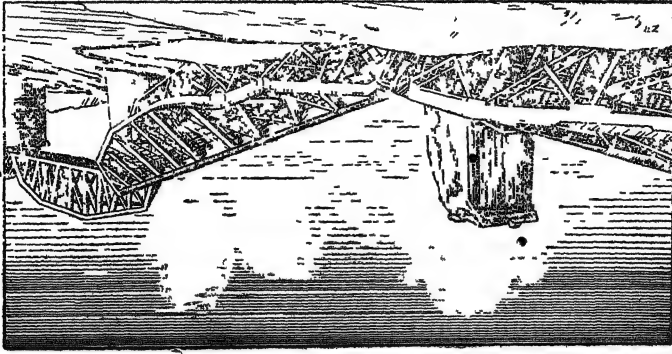
७ भूकम्प का प्रभाव

भूकम्प के प्रभाव का वर्णन करने के लिये मोटे ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं और वास्तव में लिखे भी गए हैं। यहाँ पर संकेतमात्र ही पर्याप्त होगा। विशेष अध्ययन के लिये भारतीय भूगर्भ आपरीक्षण विभाग द्वारा प्रकाशित अभिलेख एवं सस्मरण (Records and Memoirs of the Geological Survey of India) बहुमूल्य हैं।

(१) हानियाँ

(१) भूकम्प से धन-जन का बहुत विनाश होता है। इस सम्बन्ध में कुछ कहना व्यर्थ है। आसाम के विगत भूकम्प की स्मृति अभी ताज़ी है। जन-विनाश का अनुमान इसी से लगाया जा सकता है कि इटली के सन् १९०८ के भूकम्प में इसकी अवधि केवल २३ सैकण्ड थी, डेढ़ लाख से भी अधिक व्यक्ति काल के गाल में चले गए। सम्पत्ति के विनाश का अनुमान जापान के सन् १९२३ के भूकम्प से लगाया जा सकता है। यद्यपि इसकी अवधि भी कुछ सैकण्ड ही थी, तथापि अप्रत्याशित रूप से इसके कारण जो आग लगी, केवल उससे पन्द्रह खरब डालर की सम्पत्ति स्वाहा हो गई।

(२) भूकम्प के कारण प्रशान्त महासागर में स्थित कैंकेटोआ नामक टापू सदा के लिये समुद्र के गर्भ में समा गया और उसके साथ ही उसकी समस्त सम्पत्ति धन, जन, जीव, पादप अनन्त में विलीन हो गए।



चित्र १४—भूकम्प के फल स्वरूप पुल का टूट जाना

(३) भूकम्प में मकान नष्ट हो जाते हैं, पेड़ उखड़ जाते हैं, पुल टूट जाते हैं, (चित्र १४) नदियों में बाढ़ आ जाती है, पृथ्वी फट जाती है, (चित्र १५) दरारों से गरम पानी, गन्धकमय गैसें आदि निकलने लगती हैं, स्थलसर्पण (Landslide) के कारण सड़कें अवरोध हो जाती हैं, रेल की पटरियाँ षेडी हो जाती हैं, रेल मार्ग धँस जाता



चित्र १५—भूकम्प के कारण पृथ्वी का फट जाना

है और अनेक विचित्र घटनाये होती है—जैसे बिहार के भूकम्प में अनेक घण्टाघरो में मरोड़ पड़ गई थी। कभी २ भूकम्प के कारण झरनों के पानी का रंग, तापक्रम तथा वेग बदल जाता है।

(४) समुद्रान्तर भूकम्प का उल्लेख तो ऊपर हो ही चुका है। ट्यूनामिस तटस्थ क्षेत्रों में विनाश डाल देती है। समुद्र के जहाज उलट-पलट जाते हैं।

(२) लाभ

भूकम्प से केवल हानियाँ ही नहीं हैं, वरन् कुछ लाभ भी हैं जैसे—

(१) पृथ्वी के अंदर के अनेक बहुमूल्य खनिज ज्वालामुखीय भूकम्प द्वारा धरातल पर आ जाते हैं। यदि भूकम्प न हो तो मनुष्य को उनका पता भी न चले।

(२) लावा द्वारा निर्मित भूमि कृषि की दृष्टि से बड़ी उपजाऊ होती है। दक्षिणी भारत की काली मिट्टी, जो कपास की उपज के लिए आदर्श है, इसका उदाहरण है।

(३) भूकम्प के कारण कभी २ पृथ्वी का कोई भाग अचानक ऊपर उठ जाता है। समुद्र में नवीन द्वीप बन जाते हैं। पृथ्वी के घँस जाने से झीलें अस्तित्व में आ जाती हैं। सन् १८१९ के कच्छ के भूकम्प में इस प्रकार एक झील और एक बाँध बन गया था। भूकम्प से हुए स्थलसर्पण (Landslide) द्वारा घाटियाँ पट जाती हैं और इस प्रकार कभी २ नदी के पथ के अवरोध हो जाने से झीलें बन जाती हैं। गढ़वाल की गोहना नामक झील इसी प्रकार बनी है।

(४) भूकम्प की लहरों के अध्ययन से हमें पृथ्वी की आन्तरिक रचना का ज्ञान होता है। इसका उल्लेख ऊपर हो चुका है।

८. अभिनवकालीन भारतीय भूकम्प

हाल में आए हुए भारतीय भूकम्पों में मुख्य ये हैं—

(१) कच्छ (१६ जून १८१९)—इससे प्रायः समस्त भारत प्रभावित हुआ। कलकत्ता तक में इसके आघात का अनुभव किया गया। केवल भुज नगर में दो सहस्र व्यक्ति काल कवलित हुए। अहमदाबाद में सुलतान अहमद की विशाल मस्जिद, जिसे बने ४५० साल हो चुके थे, नष्ट हो गई। इस भूकम्प में धरातल के ऊपर उठने से एक बाँध बन गया, जिसे अल्लाह बाँध की सज़ा दी गई है। साथ ही पृथ्वी के घँसने से एक झील भी अस्तित्व में आ गई।

(२) आसाम—(१२ जून १८९७)—१,७५०,००० वर्गमील के क्षेत्र में इसका अनुभव किया गया। इसका अभिकेन्द्र शिलांग के पठार में था। शिलांग गोलपारा, गोहाटी, तथा नौगाँव नगरों को बड़ी क्षति हुई। इसका भयानक-प्रभाव कलकत्ता पर भी पड़ा, जिससे १६०० व्यक्तियों की जानें गईं। उत्तरी-घातों (Aftershocks) की श्रृंखला दीर्घकाल तक चलती रही।

(३) काँगडा—(४ अप्रैल १९०५)—इसने १,६२५,००० वर्गमील के क्षेत्र को प्रभावित किया और इससे बीस हजार व्यक्ति मरे। काँगडा धर्म-शाला आदि नगर बिल्कुल नष्ट हो गए।

(४) बिहार (१५ जनवरी १९३४)—इसने १,९००,००० वर्ग मील के क्षेत्र को प्रभावित किया। अनेक स्थानों में पृथ्वी फट गई और लोग उसके गर्भ में समा गए। कम से कम १०,००० व्यक्ति मरे।

(५) क्वेटा (३१ मई १९३५)—इसने लगभग एक लाख वर्गमील के क्षेत्र को प्रभावित किया। लगभग २५००० व्यक्ति मरे। क्वेटा नगर को अपरिमित क्षति हुई।

(६) आसाम (१५ अगस्त १९५०)—इतिहास के पाँच सबसे भयानक भूकम्पों में इसकी गणना की जाती है। इससे १५,९०० वर्गमील का क्षेत्र तथा ४,६२,००० व्यक्ति प्रभावित हुए। इसका अनुभव आसाम, द० पू० तिब्बत, उत्तरी बरमा तथा द० पू० चीन तक किया गया। पूना की भूकम्प प्रयोगशाला के अनुसार इसका अभिकेन्द्र २९° उ० ९७° पू० था। मुख्याघात चार मिनट से आठ मिनट तक ही रहा, किन्तु उत्तराघातों की श्रृंखला कई दिनों तक चलती रही। इसके कारण स्थल-सर्पण (Land slides) बहुत हुए, सरिताओं-विशेषकर ब्रह्मपुत्र की सहायक नदियों के पथ के अवरुद्ध हो जाने से अनेक भागों में भयानक बाढ़ आई। आघात की तीव्रता की तुलना में जनसंख्या की हानि अपेक्षाकृत कम ही हुई। इस भूकम्प से लगभग एक सहस्र व्यक्ति मरे। सम्पत्ति की इससे विशेष हानि हुई। ऐसा अनुमान किया जाता है, कि इस भूकम्प से एक करोड़ से अधिक की सम्पत्ति नष्ट हो गई। इसने लगभग एक लाख मकानों को तथा छै चाय के बगीचों को हानि पहुँचाई।

उपर्युक्त भूकम्पों में से अधिकांश विभगन (Faulting) के कारण हुए हैं।

९ पूर्वीपाय

उपर्युक्त अध्ययन द्वारा हम यह जान गए कि किन क्षेत्रों में भूकम्प अधिक आते हैं और किनमें कम। हमें इसका भी ज्ञान हो गया कि भूकम्प का

प्रभाव किन् प्रदेशों में अधिक होता है। अब प्रश्न यह है कि भूकम्प से बचने का उपाय क्या है। भूकम्प-लेखक (Seismograph) से भूकम्प की पूर्व सूचना तो मिल सकती है, किन्तु भूकम्प से रक्षा का उपाय क्या है? यद्यपि विज्ञान ने इतनी उन्नति कर ली है, तथापि भूकम्प के रोकने में वह नितान्त असमर्थ है। समस्या यह है, कि भूकम्प के क्षेत्रों में किस पदार्थ के मकान बनाये जाय, जिन्हें भूकम्प प्रभावित न कर सके।

ऐसी रचनाये जिन्हें भूकम्प प्रभावित न कर सके, दो प्रकार के पदार्थों से बनाई जा सकती है —

(१) या तो उनका निर्माण स्थिति-स्थापक (Elastic) पदार्थों से किया जाय, जो भूकम्प की लहरों से काँप भले ही जाय किन्तु टूटे नहीं। बाँस और कागज के मकान इसी श्रेणी के अन्तर्गत आते हैं। जापान में इनका प्रयोग बहुत होता है।

(२) अन्यथा इन्हें ऐसे दृढ़ पदार्थ से बनाया जाय, जिस पर भूकम्प की लहरों का कोई भी प्रभाव न पड़ सके। आधुनिक काल में इस्पात और कॉंक्रिट के समुचित मिश्रण द्वारा इस प्रकार के मकान बनाये गए हैं। इस प्रकार के मकान केवल धनी व्यक्ति ही बनवा सकते हैं—उनका व्यय उठाना साधारण जनता के वश की बात नहीं है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1 Account for the origin of earthquakes and also for the existing belts of their occurrence in the world (Agra B. A. Part I, 1955.)

2. What are the causes of earthquakes? Describe their geographical distribution on the globe and state, giving examples, how they have influenced human activities. (U. P. Inter. 1953.)

3. Discuss Earthquakes under the following heads—

(a) Causes.

(b) Nature of earthquake waves.

(c) Distribution. (Agra B. A. 1953.)

4. What are the causes and effects of earthquakes? Draw a map of India to show the distribution of earthquakes

(Nagpur Inter. Supple. 1951)

5 State what you know of earthquakes, their characteristics, geographical distribution and influence on human activities (U. P Inter. 1936)

6. Write an essay on earthquakes with special reference to India. (Lucknow M. Sc. Geol. 1950.)

7 What do you understand by Diastrophism? Give a full and reasoned account of the phenomena (terrestrial and marine) produced by earthquakes, with reference to the recent Assam and Japan earthquakes. (Agra B. A 1955.)

8. Write notes on—

(a) Epicentre of an earthquake.

(Agra B. A 1948; Banaras B. A. and B. Sc 1949, 1951 and 1952.)

(b) Earthquakes.

(Agra B. A. 1949; Ajmer Inter. 1951.)

(c) Iso-seismal lines.

(Banaras B.A. & B.Sc. 1949 and 1951.)

चतुर्थ परिच्छेद

ज्वालामुखी की क्रिया

*(VULCANICITY)

१. विषय प्रवेश

वे सभी वृत्त (Phenomena) जो पृथ्वी के अन्तर्गत से भूपृष्ठ की ओर प्रवाहित होने वाले लावा की गति से सम्बन्धित हैं, ज्वालामुखी की क्रिया के अन्तर्गत आते हैं।

ज्वालामुखी की क्रिया के दो विभाग किये जा सकते हैं —

(१) अन्तर्वर्ती (Intrusive)—जो पृथ्वी के अन्दर होती है।

(२) बहिर्वर्ती (Extrusive)—जो पृथ्वी के धरातल पर होती है।

अन्तर्वर्ती क्रिया के कुछ प्रमुख रूप अध शैल (Batholiths) कुकुच्छैल (Laccoliths) मसूर शैल (Phacoliths) ल्युडुब्ज शैल (Lopoliths) रालोथ एव वर्तुलोथ (Stocks and bosses) रालपट्ट (Sills) तथा रालभित्ति (Dykes) हैं। इनकी विस्तृत विवेचना आगे की गई है।

बहिर्वर्ती क्रिया के अन्तर्गत ज्वालामुखी (Volcanoes) विदार-प्रवाह (Fissure flows), गरम सोते (Hot springs), गेसर (Geysers) तथा वातिमुख (Fumaroles) आते हैं। इनका वर्णन भी आगे किया गया है।

२. बहिर्वर्ती वृत्त (Extrusive Phenomena)

(१) ज्वालामुखी (Volcanoes)

(क) परिभाषा

परिभाषा—भूपट्टी के उन प्राकृतिक छिद्रों एव विदारों को जिनसे लावा (द्रवित शिलाएँ), भाप एव गैसें निकलती हैं, हम ज्वालामुखी कहते हैं।

(ख) वर्गीकरण

उद्गमन (Eruption) के विचार से ज्वालामुखियों के तीन प्रमुख भेद किये जा सकते हैं।

- (१) विस्फोटीय ज्वालामुखी (Explosive Volcanoes)
- (२) उत्स्पन्दी अथवा शान्त ज्वालामुखी (Effusive Volcanoes)
- (३) मिश्रित ज्वालामुखी (Mixed Volcanoes)

(१) विस्फोटीय ज्वालामुखी (Explosive Volcanoes)

जैसा कि इसके नाम से प्रकट है इस श्रेणी के ज्वालामुखियों का मुख्य लक्षण यह है कि इनमें धडाके के साथ विस्फोट होता है। इनके मुख से मुख्यतः खण्डित शिलायें और गैसें निकलती हैं। उद्गमन के पदार्थों में लावा, भस्म (Ash) तथा अवस्कर (Scoria) की मात्रा बहुत कम होती है। जापान का फ्यूजीयामा नामक ज्वालामुखी इसका उदाहरण है।

(२) शान्त ज्वालामुखी (Effusive Volcanoes)

इस प्रकार के ज्वालामुखी के मुख से केवल लावा एवं गैसें शान्तिपूर्वक अर्थात् बिना शब्द किये हुए बाहर निकलते हैं। इनका मुख्य लक्षण यही है कि इनमें धडाका नहीं होता। इसका उदाहरण सिसिलो का स्ट्रोमबोली (Stromboli), नामक ज्वालामुखी है।

(३) मिश्रित ज्वालामुखी (Mixed Volcanoes)

जैसा कि शीर्षक से स्पष्ट है—इस प्रकार का ज्वालामुखी उपर्युक्त दोनों श्रेणियों का मिश्रण है अर्थात् इस ज्वालामुखी में कभी विस्फोट के साथ लावा निकलता है तो कभी शान्तिपूर्वक।

(ग) ज्वालामुखीय शंकु (Volcanic Cones)

ज्वालामुखी के उद्गार से निकला हुआ पदार्थ भूगुच्छ पर शंकु के रूप में एकत्रित हो जाता है। इसे ही हम ज्वालामुखीय शंकु (Volcanic Cones) कहते हैं। ये शंकु तीन प्रकार की होती हैं —

(१) आँगाँरिक शंकु (Cinder Cones)—ये विस्फोटीय ज्वालामुखी के उद्गार से बनती हैं। इनमें खण्डित शिलाओं की मात्रा अधिक होती है। आकृति में ये परिपूर्ण शंकु (Perfect Cones) से मिलती जुलती हैं। इनके किनारे सीधे नहीं होते बल्कि नतोदर प्रवण (Concave slope) का निर्माण करते हैं। चित्र १६ (अ तथा ब) से यह कथन स्पष्ट होगा।

(२) लावा निर्मित शंकु (Lava cones) — ये शान्त ज्वालामुखी के उद्गार से बनती हैं। इनकी रचना मुख्यतः लावा-प्रवाह से होती है। इनमें खण्डित शिलायें नहीं होती। लावा की संरचना के अनुसार इनकी आकृति में विभेदन पाये जाते हैं —



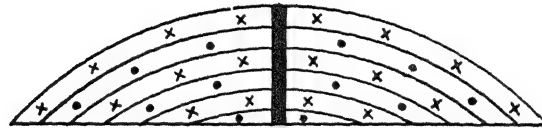
(अ) आगारिक शंकु



(ब) आम्लिक लावा की शंकु



(स) क्षारीय लावा की शंकु



(ड) मिश्रित शंकु

चित्र १६—ज्वालामुखीय शंकु

(१) आम्लिक शंकु (Acid cones) — यदि लावा आम्लिक हुआ अर्थात् उसमें सिलिका की मात्रा ६५ प्रतिशत से अधिक हुई तो वह काफी गाढ़ा होता है जिससे वह प्रकृति प्रवण वाली गुम्बद (Steep sided dome) का रूप ले लेता है।

(२) क्षारीय शंकु (Basic cone) — यदि लावा क्षारीय हुआ अर्थात् उसमें सिलिका की मात्रा ६५ प्रतिशत से कम हुई तो वह काफी पतला होता है, जिससे वह दूर तक बह जाता है। अतएव क्षारीय शंकु का व्यास अधिक होता है और प्रवण (Slope) मन्द (Gentle) होता है। अन्य शब्दों में यह शंकु आकृति में ढाल (Shield) से मिलती-जुलती है।

(३) मिश्रित शकु (Mixed cone) — ये मिश्रित उद्गमन से बनती है। जब विस्फोटीय उद्गमन होता है, तब खण्डित शिलाओ का एक स्तर एकत्र हो जाता है, तदनंतर जब शान्त उद्गमन होता है तब लावा का दूसरा स्तर बन जाता है। इस प्रकार एकान्तर पर खण्डित शिलाओ और लावा के अनेक स्तर अस्तित्व में आ जाते हैं। चित्र १६ (ड) से यह कथन स्पष्ट होगा।

(घ) उद्गमन के पदार्थ

ज्वालामुखी के उद्गमन से जो पदार्थ बाहर निकलते हैं उनके तीन मुख्य विभाग किये जा सकते हैं —

(१) ठोस पदार्थ

ज्वालामुखियों के अधिकांश उद्गार विस्फोटीय होते हैं। विस्फोट द्वारा खण्डित शिलायें दीर्घमात्रा में वायुमण्डल में ऊपर उछाल दी जाती हैं। इनमें से कुछ तो ज्वालामुखी के मुख में पुनः प्रविष्ट हो जाती हैं, किन्तु अधिकांश ज्वालामुखी (Crater) के चारों ओर के क्षेत्र को ढक लेती हैं। ज्वालामुखीय उद्गार की आरम्भिक अवस्था में खण्डित शिलाओं की मात्रा अधिक होती है, क्योंकि पृथ्वी के अन्तर्गत से ऊपर उठने वाला लावा भूपर्पटी को तोड़ फोड़ कर ऊपर आता है, किन्तु कालान्तर में लावा के अंश की मात्रा बढ़ जाती है। ज्वालामुखी के उद्गार से निकलने वाले ठोस पदार्थ कई प्रकार के होते हैं —

(१) घनीभूत लावा के छोटे नुकीले टुकड़ों को अश्मक (Lapilli) कहते हैं।

(२) खण्डित शिलाओं के अपेक्षाकृत बड़े और नुकीले टुकड़ों को जो लावा द्वारा परस्पर चिपके रहते हैं, ज्वालामुखीय सकोणारम (Volcanic Breccia) कहते हैं।

(३) खण्डित पदार्थ के बहुत छोटे-छोटे टुकड़ों और चूर्ण को ज्वालामुखीय अगार (Volcanic cinder) अथवा ज्वालामुखीय भस्म (Volcanic Ash) कहते हैं।

(४) खण्डित पदार्थ के सूक्ष्मतम अंश को ज्वालामुखीय धूल (Volcanic Dust) कहते हैं।

(५) सकेन्द्रित धूल (Concentrated Dust) को (Tuff) कहते हैं।

(६) ज्वालामुखीय बम — ये घनीभूत लावा के गोल अथवा रुचिफलाकार

(Pear shaped) पिण्ड होते हैं। जब, ज्वालामुखी का उद्गार होता है, तब तरल लावा हवा में ऊपर फेक दिया जाता है। भूमि पर गिरते समय यह लावा गोल या रुचिकलाकार पिण्डों का रूप ग्रहण कर लेता है।

५(७) ज्वालामुखीय पक (Volcanic Mud)—कभी-कभी ज्वालामुखी के उद्गार के पश्चात् मूसलाधार वर्षा होती है, जिससे ज्वालामुखीय धूल कीच अथवा पक के रूप में प्रवाहित होने लगती है। इस प्रवाह से बड़ी हानि हाता है। सन् ७९ ई० में विसूवियस के उद्गार के अनन्तर ज्वालामुखीय पक के प्रवाह से हरकुलेनियम (Herculaneum) नामक नगर पूर्णतः नष्ट-भ्रष्ट हो गया था।

(२) द्रव पदार्थ

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, संरचना की दृष्टि से लावा के दो मुख्य भेद हैं—(१) आम्लिक (Acid) एवं (२) क्षारीय (Basic)।

आम्लिक लावा—इसमें सिलिका की मात्रा अधिक होती है, अतएव यह काफी गाढा होता है। यह धीरे-धीरे प्रवाहित होता है और घनीभूत होने के पहले दूर तक नहीं जा पाता। इसका द्रवणांक (Melting Point) अधिक होता है।

(२) क्षारीय लावा—इसमें सिलिका की मात्रा ६५ प्रतिशत से कम होती है अतएव यह अपेक्षाकृत पतला होता है, जिससे घनीभूत होने के पूर्व यह मीलों बह जाता है। इसका द्रवणांक अपेक्षाकृत कम होता है।

कभी-कभी जमे हुए लावा का ऊपरी धरातल चिकना भी होता है, किन्तु अधिकतर वह खुरदुरा अथवा विषम होता है। यदि लावा कोलतार के समान गाढा हुआ तो वह अत्यन्त शीघ्र शीतल होने से रज्जु जैसी कृण्डलाकार आकृति ग्रहण कर लेता है। ऐसे लावा को हम रज्जु-राल (Ropy Lava) कहते हैं।

कभी-कभी लावा (आम्लिक और क्षारीय दोनों) में से गैसों के बाहर निकलने से उनके बाहरी पृष्ठ में छोटे २ से छेद बन जाते हैं। ऐसे छिद्रमय लावा को हम छिद्रिष्ठ लावा (Spongy Lava) कहते हैं। जब इन छिद्रों की संख्या बहुत अधिक होती है, तब हम उसे अवस्कर (Scorea) कहते हैं। जब यह संख्या और भी अधिक होती है, जिससे लावा इतना हल्का हो जाता है, कि वह पानी में तैरने लगता है, तब हम उसे अवस्कर (Scorea) न कहकर आमक (Pumice) कहते हैं।

(३) गैसीय पदार्थ

ज्वालामुखी के उद्गार से जो गैसें बाहर निकलती हैं, उनमें प्रमुख ये हैं—

हाइड्रोजन सल्फाइड (Hydrogen Sulphide),	सल्फर डाइऑक्साइड, (Sulphur Di-oxide),
सल्फर ट्राइऑक्साइड, (Sulphur Trioxide),	हाइड्रोक्लोरिक एसिड (Hydrochloric Acid),
हाइड्रोजन फ्लोराइड (Hydrogen Fluoride),	कार्बन मोनो ऑक्साइड (Carbon Monoxide),
कार्बोनिक एसिड (Carbon Acid),	कार्बन डाइऑक्साइड (Carbon Dioxide),
जलवाष्प (Water vapour),	अमोनियम क्लोराइड (Ammonium Chloride),
नाइट्रोजन (Nitrogen),	हाइड्रोजन (Hydrogen),
आक्सीजन (Oxygen) इत्यादि ।	

इनमें हाइड्रोजन क्लोराइड, हाइड्रोजन सल्फाइड, कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड एवं हाइड्रोजन विशेष उल्लेखनीय हैं। ज्वालामुखी के उद्गार से निकली हुई भाप बहुधा द्रवीभूत होकर जलवर्षा का रूप ले लेती है। इसका प्रमाण यह है कि अनेक ज्वालामुखियों के उद्गार के अनन्तर जलवृष्टि हुई है। इससे यह भी निष्कर्ष निकलता है कि भाप प्रचुर परिमाण में निकलती है।

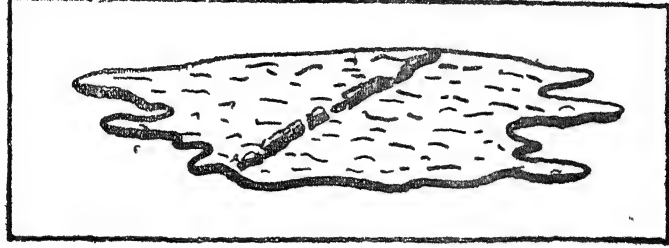
कभी-कभी ज्वलनशील गैसें (Inflammable gases) जैसे हाइड्रोजन आदि इतनी अधिक मात्रा में निसृत होती हैं कि उनके जलने से विशाल-काय लव (Flame) उत्पन्न हो जाती है। इस सम्बन्ध में कभी-कभी भ्रम भी हो जाता है। ज्वालामुखी के उद्गार से निकलने वाले शिलाओं के टुकड़े अत्यधिक गरम हो जाने से लाल हो जाते हैं और बहुधा ऊपर निर्मित होने वाले मेघों पर उनकी छाया पड़ने से लव का आभास होता है।

ज्वालामुखी से निकलने वाली गैसें अधिकांशतः वायुमण्डल में विलीन हो जाती हैं। कभी-कभी उनसे निकटवर्ती शिलाओं में रासायनिक प्रक्रियाएँ

(Chemical Reactions) घटित हो जाती हैं। जिसके फलस्वरूप अनेक खनिज (जैसे गन्धक आदि) संचित हो जाते हैं।

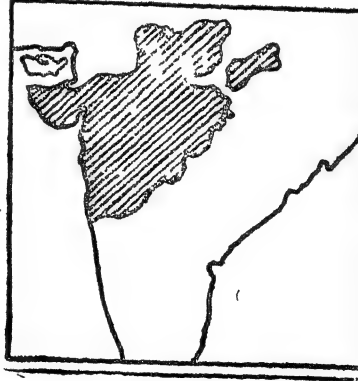
(२) विदर प्रवाह (Fissure Flows)

कभी-कभी ज्वालामुखी के उद्गार से भूगुच्छ में चित्र १७ के अनुरूप लम्बी



चित्र १७—विदर प्रवाह

और परस्पर समानान्तर दरारे बन जाती हैं। इन दरारों में से लावा का शान्त निस्स्राव होता है। बहुधा इस प्रकार से निकले हुए लावा की बाढ़ से भूमि फट जाती है और पठार बन जाते हैं। इसका उदाहरण दक्षिणी भारत का काली



चित्र १८—दक्षिणी भारत का काली मिट्टी का प्रदेश

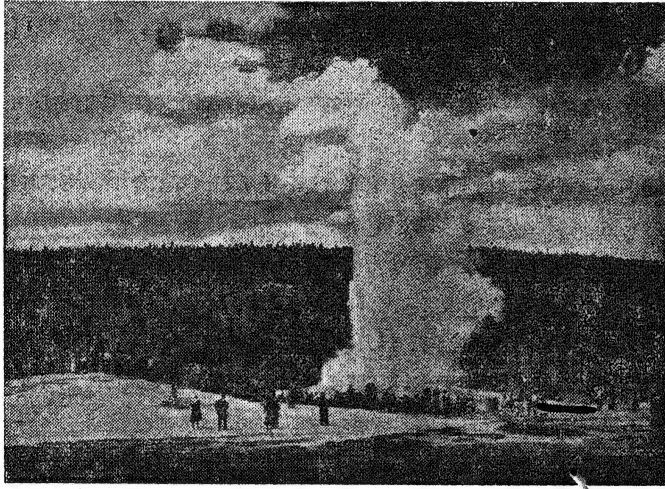
मिट्टी का प्रदेश चित्र १८ है। इसका क्षेत्रफल लगभग २ लाख वर्गमील है। भूगर्भवेत्ताओं का कथन है कि आरम्भ में इसका क्षेत्रफल ५ लाख वर्गमील के लगभग था किन्तु कालान्तर में विभगन (Faulting) के कारण शेष भाग अरब सागर में धँस गया।

(३) गरम सोता (Hot Spring)

जब भूपर्पटी से गरम पानी निरन्तर निसृत होता है, किन्तु वह स्तम्भ के रूप में ऊपर नहीं उठता, तब हम उसे गरम सोता (Hot spring) कहते हैं। गरम सोते ऐसे क्षेत्रों में पाये जाते हैं, जहाँ कभी भी ज्वालामुखी का उद्गार नहीं हुआ है, किन्तु ज्वालामुखीय क्षेत्रों में ये बहुलता से पाये जाते हैं।

(४) गेसर (Geyser)

ये उष्ण जल के ज्वालामुखी हैं। इनमें पानी स्तम्भ के रूप में बाहर निकलता है। इन स्तम्भों की ऊँचाई दो सौ फुट तक पाई गई है। इनसे गरम पानी सदैव नहीं निकलता वरन् रुक-रुक कर निकलता है। ऐसी धारणा है कि भूपर्पटी के अन्दर पतले संकरे लम्बवत् स्तम्भ के रूप में भरा हुआ पानी



चित्र १९—ओल्ड फेथफुल गेसर

जब नीचे से गरम होता है तब भाप के दबाव से वह स्तम्भ के रूप से ऊपर उछलता है। काँच की नली में पानी भरकर और उसे नीचे से गरम करके इस कथन की प्रायोगिक पुष्टि की जा सकती है। न्यूजीलैंड में गेसर बहुत पाये जाते हैं। संयुक्त राष्ट्र अमेरिका के यैलोस्टोन पार्क (Yellowstone park) में भी गेसर बहुलता से पाये जाते हैं।

(५) वातिमुख अथवा सोलफातारा (Solfatara)

ज्वालामुखी के उदगार के बहुत दिनों बाद जब उसके मुख से लावा और राख निकलना बन्द हो जाता है, तब भी कभी-कभी उसके मुख से भाप और अनेक प्रकार की गैसें निकल करती हैं। जब ऐसी दशा होती है, तब हम यह कहते हैं कि अमुख ज्वालामुखी ने 'सोलफातारा अवस्था' प्राप्त कर ली है। 'सोलफातारा' शब्द सोलफातारा नामक नेपिल्स के एक ज्वालामुखी से लिया गया है, जिसका पिछला उदगार सन् ११९८ ई० में हुआ था। इसका एक अन्य उदाहरण बिलूचिस्तान का कोहि-मुल्तान है। बगाल की खाड़ी में स्थित बैरेन द्वीपसमूह (Barren Islands) में वातिमुख (Solfataras) बहुत पाये जाते हैं।

(६) पक ज्वालामुखी (Mud Volcano)

जब किसी ज्वालामुखी के मुख से लावा के स्थान पर पकमय जल स्रवित होता है, तब हम उसे पक ज्वालामुखी (Mud volcano) कहते हैं। पक ज्वालामुखी निम्नांकित क्षेत्रों में पाये जाते हैं।

(१) जहाँ ज्वालामुखी की क्रिया समाप्त हो रही हो। उदाहरणार्थ सिसली एवं न्यूजीलैंड।

(२) जहाँ पृथ्वी के धरातल के नीचे भूगर्भ में गैसें विद्यमान हों, जैसे बरमा और बाकू के पेट्रोलियम के क्षेत्रों में।

(३) जहाँ भूगर्भ में विद्यमान सड़ी हुई बनस्पति से उत्पन्न गैसों के कारण पक ऊपर उठने को बाध्य होता है जैसे मिसिसिपी का डेल्टा, बिलूचिस्तान आदि।

कभी-कभी जब गेसर मृत्तिका (Clay) के स्तरों में से प्रवाहित होकर ऊपर उठता है, तब उसका पानी गन्दा हो जाता है और वह पक ज्वालामुखी सदृश प्रतीत होता है।

अब यह निश्चित रूप से सिद्ध हो चुका है कि पक ज्वालामुखी की उत्पत्ति का कारण पेट्रोलियम वाहक शिलास्तरों में से निकलने वाली गैसें हैं। ज्वालामुखी की प्रक्रिया से इसका कोई भी सम्बन्ध नहीं है। अतएव 'पक ज्वालामुखी' नाम ही अशुद्ध है।

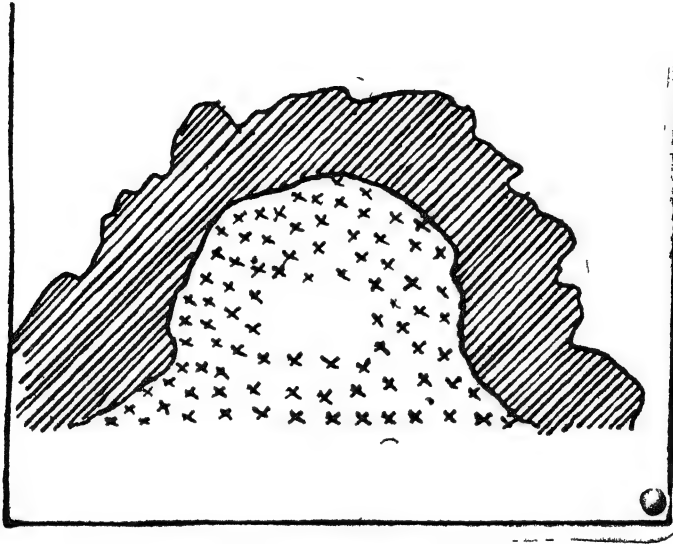
३—अन्तर्गर्त वृत्त (Intrusive Phenomena)

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, इसके अन्तर्गत अध शैल (Bathylith) कुकुल्लैल (Laccoliths), मसूरशैल (Phacolites), न्युदुब्ज शैल

(Lopoliths), रालोथ एव वर्तुलोथ (Stocks and bosses), रालभित्ति (Dykes) तथा रालपट्ट (Sill) आदि स्थल के रूप आते हैं।

(१) अधःशैल (Bathylith)

ये घनीभूत लावा के विशालकाय अन्तर्वर्ती पिण्ड हैं। इनकी आकृति प्रायः



चित्र २०—अधःशैल (Batholith)

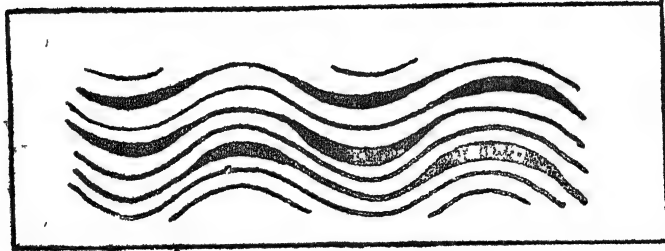
गुम्बदाकार होती है। इनके पार्श्व धरातल में बहुत गहराई तक घँसे रहते हैं। इनका आधार भूमिगत होने से दृष्टिगोचर नहीं होता। इनका विस्तार सहस्रों वर्गमील के क्षेत्र में होता है। जहाँ तक संरचना का सम्बन्ध है, प्रायः ये कणाश्म (Granite) से बने होते हैं। उदाहरण—आयरलैण्ड का 'महान कणाश्म पुज' (Great Granite Mass), राजस्थान का 'एरिन्पुरा का कणाश्म' (Erinpura Granite)।

(२) रालोथ एवं वर्तुलोथ (Stocks and bosses)

गुम्बद सदृश आकृति के अपेक्षाकृत छोटे-छोटे पिण्डों को रालोथ तथा वर्तुलोथ (Stocks and bosses) कहते हैं। दान्ता नामक पूर्वकालीन भारतीय देशी राज्य में ये बहुलता से पाये जाते हैं।

(३) मसूर शैल (Phacolites)

इनकी आकृति वीक्ष (Lens) से मिलती जुलती हैं। ये भजित क्षेत्रों

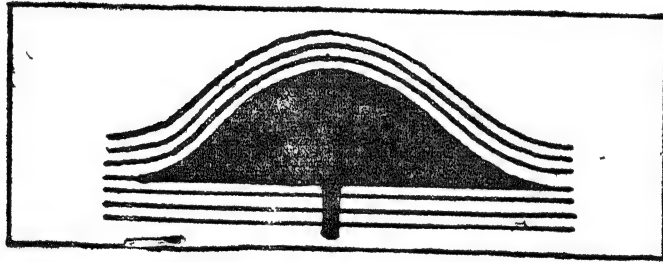


चित्र २१—मसूर शैल (Phacolites)

(Folded Regions) में पाये जाते हैं। जैसा कि चित्र २१ से स्पष्ट होगा ये चाप एव द्रोणी के मध्यवर्ती भाग में लावा के घनीभूत होने से बन जाते हैं।

(४) कुकुच्छैल (Laccolites)

भूगर्भ से ऊपर उठने वाला लावा जब परपटी को फोड़कर बाहर निकलने में असमर्थ होता है, तब वह अपने दबाव से जलज शिलाओं द्वारा निर्मित भूपर्पटी



चित्र २२—कुकुच्छैल (Laccolites)

के बाहरी स्तर को गुम्बद के रूप में मोड़ देता है और उसके अन्दर घनीभूत हो जाता है। चित्र २२ से यह कथन स्पष्ट होगा। इसे कुकुच्छैल (Laccolite) कहते हैं। इसकी तुलना फोड़े से की जा सकती है। जब ऊपर की जलज शिलायें घिस जाती हैं, तब यह भूपृष्ठ पर प्रकट हो जाता है।

(५) रालभित्ति (Dykes) एवं (६) रालपट्ट (Sills)

इनका उल्लेख पूर्व में हो चुका है। रालपट्ट (Sills) वे अन्तर्वर्ती आग्नेय

पिण्ड है, जो जलज शिलाओं के तल-तलो (Bedding planes) में लावा के घनीभूत हो जाने से अस्तित्व में आ जाते हैं।

रालभित्ति (Dykes), जैसा कि नाम से प्रकट है दीवाल जैसे अन्तर्वर्ती आग्नेय पिण्ड है, जो लम्बवत् सन्धियों (Vertical Joints) में लावा के घनीभूत हो जाने से बन जाते हैं।

४ ज्वालामुखी की क्रिया के कारण

(The Causes of Vulcanism)

ज्वालामुखी की क्रिया के कारणों का अध्ययन हम निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत करेंगे —

- (१) ताप की उत्पत्ति
- (२) तरल लावा की उत्पत्ति
- (३) लावा का ऊपर उठना
- (४) गैसों एवं भाप का उद्गम

(१) ताप की उत्पत्ति

ज्वालामुखी में ताप निम्नलिखित कारणों से होता है —

(१) भूतापीय (Geothermal)—यह सर्वमान्य सत्य है कि पृथ्वी का अन्त्यन्त अत्यन्त उष्ण है। इससे हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि ज्वालामुखी का अधिकांश ताप आद्य (Primordial) एवं मौलिक है। ज्यों-ज्यों हम पृथ्वी के अन्दर प्रवेश करते हैं त्यों-त्यों तापक्रम बढ़ता जाता है। प्रत्येक एक किलोमीटर की गहराई पर तापक्रम 3° से 0 बढ़ जाता है। ताप की इस क्रमिक वृद्धि को हम 'भूतापीय प्रवणता' (Geothermal Gradient) कहते हैं। यह सर्वत्र समान नहीं है। भूपृष्ठ के विभिन्न भागों में इसका मूल्य विभिन्न है। ताप की इस वृद्धि का कारण पृथ्वी के अन्तर का उष्ण होना ही है।

(२) रासायनिक प्रक्रियाएँ (Chemical Reactions)—पृथ्वी के अन्दर अनेक रासायनिक प्रक्रियाएँ होती रहती हैं, जिनसे ताप का उद्भव होता है।

(३) तेजोद्गिरण की क्रिया (Radio Activity)—पृथ्वी के अन्दर अनेक तेजोद्गार पदार्थ (Radio-active Substances) विद्यमान हैं। इनके वियोजन से दीर्घ मात्रा में ताप विकसित होता है।

(२) तरल लावा की उत्पत्ति

इसके सम्बन्ध में विद्वानों में मतभेद है। यह सर्वमान्य तथ्य है कि भूपर्पटी की शिलाओं के भारी दबाव के कारण पृथ्वी के अन्दर शिलायें तरल अवस्था में नहीं रह सकती, क्योंकि दबाव के बढ़ जाने से उनका द्रवणांक (Melting Point) बढ़ जाता है। कभी-कभी भूपर्पटी में घटित होने वाली क्रियाओं से (जैसे भजन (Folding), विभगन (Faulting) अथवा अपक्षरण (Erosion) के कारण) भूपर्पटी का दबाव क्षीण हो जाता है। दबाव के घट जाने से द्रवणांक भी घट जाता है और तब ठोस शिलायें पिघल जाती हैं।

(३) तरल लावा का ऊपर उठना

लावा के ऊपर उठने के दो मुख्य कारण हैं.—

(१) भूपर्पटी की गतियाँ

(२) गैसें एवं भाप का दबाव

भूपर्पटी की गतियों के कारण कभी-कभी दबाव घट जाता है। तरल लावा में विद्यमान भाप एवं गैसें भी दबाव के घट जाने से फैलती हैं और लावा को उसी प्रकार ऊपर फेंक देती हैं जैसे सोडावाटर की बोतल के मुँह में लगी हुई डाट के हटाने पर पानी ऊपर उछलता है।

(४) गैसों और भाप का उद्गम

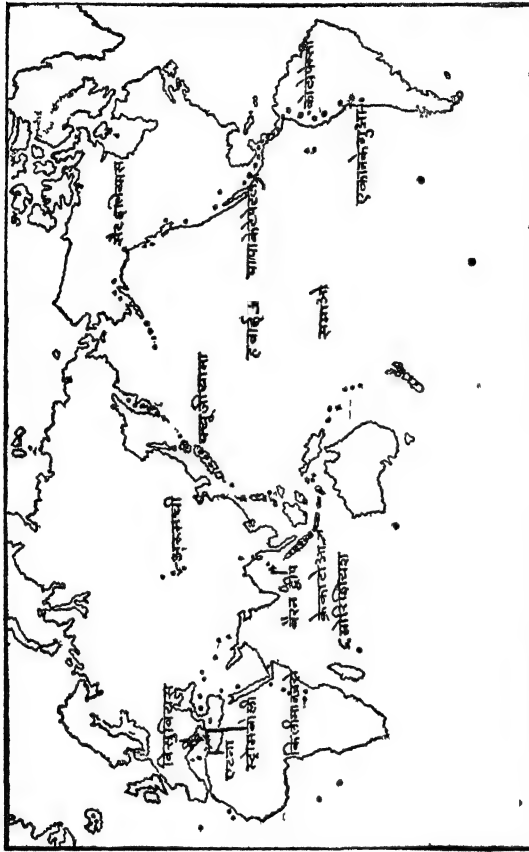
जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया, लावा के ऊपर उठने में गैसों का विशेष हाथ रहता है। ज्वालामुखी के उद्गार से जो गैसें निकलती हैं, उनका ८० से ९५ प्रतिशत अश्व भाप होती है। अन्य उल्लेखनीय गैसें में हाइड्रोजन, गन्धकमय गैसें, कार्बन डाइऑक्साइड तथा विभिन्न हाइड्रोकार्बन हैं। ऐसा विश्वास किया जाता है, कि ये सभी गैसें लावा में वर्तमान रहती हैं। इसके अतिरिक्त भूमिगत-जल (Underground water) से भी भाप बनती है। जो ज्वालामुखी समुद्र के निकट पाये जाते हैं, उनमें निश्चित रूप से सागरजल से भाप उपलब्ध होती है। किन्हीं क्षेत्रों में, जब ऊपर उठता हुआ लावा चूने के पत्थर के संपर्क में आता है तब उसमें कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा बढ़ जाती है। यही कारण है कि यह गैस ज्वालामुखीय क्षेत्रों में बहुत पाई जाती है।

५ ज्वालामुखियों का वितरण

चित्र २३ में पृथ्वी के क्रियाशील एवं अभिनवीकाल में क्रियाशील ज्वालामुखी

प्रदर्शित किये गये हैं। इसके अध्ययन से यह विदित होता है कि—

(१) 'ज्वालामुखी का वितरण बहुत कुछ भूकम्प की पेटी से मिलता जुलता



चित्र २३—संसार में ज्वालामुखियों का वितरण

हैं। इन दोनों में मुख्य अन्तर ये हैं—(१) हिमालय प्रदेश में भूकम्प बहुत आते हैं, किन्तु वहाँ ज्वालामुखियों का अभाव है तथा (२) आइसलैण्ड भूकम्प की पेटी में नहीं आता, किन्तु वहाँ ज्वालामुखी बहुत पाये जाते हैं।

(२) वर्तमान ज्वालामुखी सागर अथवा महासागर के निकट पाये जाते हैं।

(३) ज्वालामुखी ऐसे क्षेत्रों में पाये जाते हैं, जहाँ अभिनवकाल में भूपर्पटी से गति हुई हो, उदाहरणार्थ जहाँ नवीन पर्वत बने हो।

ससार में ज्वालामुखी का वितरण तीन बड़ी और एक छोटी पट्टी के रूप में हुआ है —

बड़ी पेटिया

• (१) प्रशान्त महासागर के पूर्वी तट पर रॉकी एव एण्डीज पर्वतों के अनुरूप एक पेटि है।

(२) दूसरी पेटि प्रशान्त के पश्चिमी तट पर जापान, फिलिपाइन आदि द्वीपों के अनुरूप है।

(३) तीसरी पेटि मध्य-जगत में नवीन भूजित पर्वत श्रेणियों के अनुरूप चली गई है।

छोटी पेटि

इसका विस्तार पूर्वी अफ्रीका से लेकर दक्षिणी पश्चिमी एशिया तक है।

६ ज्वालामुखी का मानवीय महत्व

१ विनाश-कार्य अथवा हानियाँ

ज्वालामुखी का आकस्मिक उद्गार हो जाने से धन-जन की प्रचुर हानि होती है। लावा के प्रवाह से गाँव के गाँव चौपट हो गये हैं। ज्वालामुखी से निकलने वाली विषैली गैसों से भी बड़ा विनाश होता है। उदाहरण के लिये उत्तरी अमेरिका के येलोस्टोन पार्क (Yellow stone park) में ज्वालामुखी से निकलनेवाली विषैली गैस के कारण वहाँ पर विचरण हेतु आने वाले जंगली जानवर विशेषकर भालू अपनी जान गवाँ बैठते हैं। जावा में भी इस प्रकार का एक क्षेत्र है, जिसे ठीक ही 'मृत्यु की घाटी' (Death Valley) की सजा दी गई है। कभी-कभी ज्वालामुखी से निकलने वाली राख और धूल से नीचे के गाँव और नगर पूर्णतः दब जाते हैं। पौम्पेई एव हरकुलैनियम नामक रोमन नगर विसृवियस के उद्गार से निकलने वाली राख से दबकर भूगर्भ में विलीन हो गये हैं। अब ज्वालामुखी का उद्गार सागर-नितल में होता है, तब उसके फलस्वरूप सागरजल में बड़ी भयानक लहरे उठती हैं और उनसे मछली एव अन्य सामुद्रिक जीवजन्तु विनष्ट हो जाते हैं। जलयानों को भी उनसे विशेष क्षति पहुँचती है।

(२) लाभ

ज्वालामुखी से होने वाले प्रमुख लाभ निम्नांकित हैं —

१ इनके उद्गार से उपजाऊ भूमि की सृष्टि होती है।

(१) लावा के अक्षरण से बनी हुई भूमि कृषि की दृष्टि से बड़ी उपजाऊ

होती है। इसका भारतीय उदाहरण दक्षिण का काली मिट्टी का प्रदेश है, जो कपास के उत्पादन के लिये आदर्श है।

(२) ज्वालामुखीय राख से निर्मित भूमि भी बड़ी उर्वर होती है। यही कारण है कि एटना और विसूवियस के पर्वों पर हरे भरे खेत और बगीचे पाये जाते हैं।

(३) ज्वालामुखीय प्रदेशों से प्रवाहित होने वाली नदियाँ अपने साथ उर्वर उन्मृदा लाती हैं, जिसे वे नीचे के मैदानों में बिछा देती हैं। उदाहरणार्थ नील नदी अबीसीनिया से ज्वालामुखीय अवसाद (Sediments) बहाकर लाती है और उसे मिश्र में बिछा देती है।

२. ज्वालामुखी के उद्गार से भूगर्भ में विद्यमान खनिज पदार्थ घरातल पर आ जाते हैं।

यदि ज्वालामुखी न हो तो ये बहुमूल्य पदार्थ मनुष्य को कभी सुलभ ही न हों। ज्वालामुखी से मनुष्य को खनिज-पदार्थ अनेक रीतियों से प्राप्त होते हैं —

(१) बहुत से खनिज द्रवित अवस्था में ज्वालामुखी के उद्गार के साथ घरातल पर आ जाते हैं।

(२) यदि गरम पानी में कुछ गैसें घुली हुई हों तो उसमें कुछ खनिजों को घोल लेने की क्षमता आ जाती है। उदाहरण के लिये गन्धक के अनेक यौगिक गरम पानी में घुल जाते हैं। ये खनिज भूपृष्ठ पर पुनः निक्षेपित हो जाते हैं।

(३) रासायनिक प्रक्रियाओं के फलस्वरूप अनेक पदार्थों के निक्षेप बन जाते हैं।

(४) विदरो में धातुओं के निक्षेप बन जाते हैं। मीसा, चाँदी, ताँबा आदि धातुएँ प्रायः सदरो (Veins) में ही पाई जाती हैं।

(५) लावा निर्मित शिलाओं से अनेक अच्छे इमारती पत्थर निकाले जाते हैं।

३ ज्वालामुखी की क्रिया से घरातल के रूप में परिवर्तन हो जाते हैं।

यह उल्लेख तो पूर्व में हो ही चुका है, कि ज्वालामुखी से भूकम्प आ जाते हैं और कभी-कभी उनके साथ-साथ भूपर्पटी का कोई भाग ऊपर उठ जाता है और कोई भाग नीचे धँस जाता है। इस सम्बन्ध में कच्छ में अल्लाह बाँध और अन्तर्देशीय सागर बन जाने का उल्लेख किया जा चुका है। लावा के निक्षेप से

कभी-कभी पठार भी बन जाते हैं जैसे दक्षिणी भारत का काली मिट्टी का प्रदेश। ज्वालामुखियों (Extinct Volcanoes) के मुख में (Crater) पानी भर जाने से झीले बन जाती हैं। ज्वालामुखी के उद्गार से बन जाने वाले स्थल एवं जल के विभिन्न रूपों का विस्तृत विवेचन अन्तर्वर्ती एवं बहिर्वर्ती वृत्तों के अन्तर्गत हो चुका है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न—

1 Give an account of volcanic activity under the following heads—

- (a) Causes of vulcanism
- (b) Landforms associated with it and
- (c) Distribution of volcanoes.

(Agra B. A. 1952).

2. Describe with examples relief features associated with vulcanism. (Agra B. A. 1954).

3 Discuss the topographical features which result from volcanic activity.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1952).

4. Describe the various types of landforms associated with volcanic landscape. Give examples from India and the adjacent countries, wherever possible. (Agra M. A. 1950).

5 What is a volcano ? Describe the various kinds of volcanic cones. (Nagpur Inter. 1951).

6. Write notes on—

(a) Lava. (Allahabad B. A. 1950)

(b) Geyser.

(Agra B. A. 1948 and '53; U. P. Inter. 1947)

(c) Volcanoes (U. P. Inter. 1944)

(d) Thermal spring. (Allahabad M. A. 1953).

(e) Mud volcano

(Allahabad M. A. 1953, Agra B. A. 1953).

(d) Fissure Eruption.

(Banaras B. A. and B. Sc. '49 and '53).

पंचम परिच्छेद नदी का कार्य १. भूमिका

नदी द्वारा सम्पन्न भौगोलिक क्रिया के तीन अंग हैं—(१) अपक्षरण अथवा उत्खनन (Erosion) (२) अपक्षरण अथवा परिवहन (Transportation) तथा (३) निक्षेपण अथवा संचयन (Deposition)। यह तथ्य तो सर्वविदित है, कि नदी के बहाव से उसके किनारे ^{जोड़ते} ~~कटते~~ रहते हैं। यही अपक्षरण है। टूटे हुए किनारों के पदार्थ को वह अपने साथ आगे बहा ले जाती है। यही परिवहन है। फिर इस पदार्थ को वह समुद्र अथवा झील में जमा कर देती है। यही निक्षेपण है।

२ अपक्षरण (Erosion)

नदी का अपक्षरण दो प्रकार का होता है —(१) रासायनिक अपक्षरण (Chemical Erosion) तथा (२) भौतिक अथवा यंत्रिक अपक्षरण (Mechanical Erosion)। नितल के घुलनशील पदार्थ नदी के जल में घुल जाते हैं। घोल की यह रासायनिक प्रक्रिया रासायनिक अपक्षरण का एक रूप है। किनारों का कटना यंत्रिक अपक्षरण का उदाहरण है।

नदी की दशा में रासायनिक अपक्षरण की अपेक्षा यंत्रिक अपक्षरण कहीं अधिक महत्वपूर्ण है। यंत्रिक अपक्षरण के पुनः दो भेद किये जा सकते हैं — (१) पार्श्विक (Lateral) अपक्षरण तथा (२) लम्बवर्त्त (Vertical) अपक्षरण। नदी का अपने किनारों का काटना पार्श्विक अपक्षरण है। इससे नदी चौड़ी होती है। दूसरी ओर नदी के नितल का कटना लम्बवर्त्त अपक्षरण है। इससे नदी की गहराई बढ़ती है।

यंत्रिक अपक्षरण की मात्रा अनेक प्रतिकारकों पर निर्भर है,—

(१) नदी जल की रचना—निर्मल जल से शिलाओं का अपक्षरण बहुत कम होता है। नदी जल में विद्यमान कंकड़, पत्थर, रेत आदि स्थल के काटने में औजार अथवा यंत्र का कार्य करते हैं। अतएव नदी-जल में ये जितनी अधिक मात्रा में विद्यमान होंगे, अपक्षरण भी उतना ही अधिक होगा।

(२) अपक्षरित होने वाले स्थलखण्ड के कणों का पारस्परिक सम्बन्ध—

नदी जिस स्थलखण्ड का अपक्षरण करती है, यदि उसका निर्माण करने वाले कण परस्पर सम्बद्ध रहते हैं, तो वह सरलता से नहीं कटता। दूसरी ओर असम्बद्ध कणों से निर्मित शिलाखण्ड शीघ्र ही अपक्षरित हो जाता है।

(३) नदी का वेग—अपक्षरण शक्ति और नदी के वेग का सम्बन्ध निम्नलिखित सूत्र द्वारा निर्धारित होता है —

अपक्षरण शक्ति \propto (नदी का वेग)^२

इससे स्पष्ट है, कि जब नदी का वेग चौगुना हो जाता है, तब अपक्षरण-शक्ति दूनी हो जाती है। दोनों में वर्गमूल का सम्बन्ध है।

नदी का वेग दो प्रतिकारकों पर निर्भर है—

(१) प्रवण अथवा ढाल—प्रवण जितना प्रपाती (Steep) होगा, नदी का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(२) जल का आयतन—नदी में जल का आयतन जितना अधिक होगा, वेग भी उतना ही अधिक होगा।

३. नदी के अपक्षरण का मूल विद्वान्त

नदी के अपक्षरण के लिये यह आवश्यक है कि उसमें भार (Load) के रूप में कंकड़, पत्थर रेत आदि हो। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, ये अपक्षरण के यत्र का कार्य करते हैं। स्पष्ट है, कि नदी में भार की मात्रा जितनी अधिक होगी, अपक्षरण भी उतना ही अधिक होगा। प्रत्येक नदी अपने साथ अधिक से अधिक जितना भार ले जा सकती है उसकी निश्चित सीमा होती है, उससे अधिक भार ढोने में वह असमर्थ होती है। यह कथन एक उदाहरण से स्पष्ट होगा—मान लीजिये कोई नदी अधिक से अधिक २०० टन का भार वहन कर सकती है—यह भी मान लीजिये ~~कि वह अपने साथ~~ १०० टन का भार पहले से ला रही थी और पथ में अपक्षरण के कारण भार की मात्रा बढ़कर ३०० टन हो जाती है। प्रकट है, कि इस दशा में नदी अपने साथ केवल २०० टन भार ले जावेगी, शेष १०० टन छूट जावेगा। हाँ, यह हो सकता है कि वह अपने साथ जो भार ला रही थी और अपक्षरण से जो नवीन भार उसे मिला—इन दोनों में बदला बदली हो जावे। जब नदी अधिकतम भार वहन करती है, तब उससे अपक्षरण नहीं होता, क्योंकि वह कुछ अपक्षरण करती भी है तो उतना ही संचयन हो जाता है, अतएव फल शून्य होता है।

संक्षेप में —

(१) जब नदी में भार नहीं होता, तब अपक्षरण भी नहीं होता।

(२) जब नदी में भार की मात्रा अधिकतम होती है, तब भी अपक्षरण नहीं होता।

इन दोनों सीमाओं के बीच में एक ऐसी अवस्था होती है—जब अपक्षरण अधिकतम होता है। इस अवस्था के पूर्व अपक्षरण क्रमशः बढ़ता है और इसके पश्चात् क्रमशः क्षीण होता है।

यही अपक्षरण का मूलसिद्धान्त है।

४ नदी-पथ का अनुक्रमण

(Grading of the river channel)

उपर्युक्त सिद्धान्त के आधार पर नदी अपने पथ के ढाल को भार के अनुसार व्यवस्थित करती रहती है अर्थात् जब नदी पथ के किसी अंश के ऊपरी भाग में पहुँचने वाला भार—

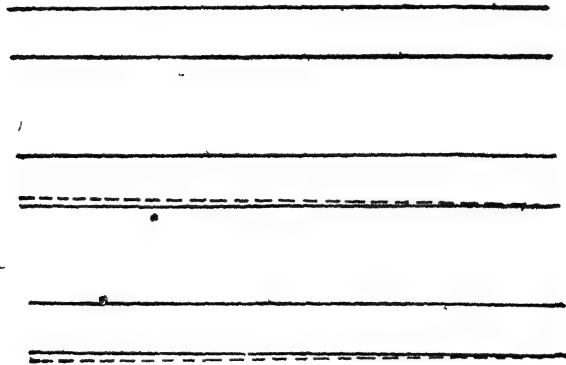
(१) उसके अधिकतम भार के बराबर होता है, तब न अपक्षरण होगा और न संचयन अथवा अपक्षरण और संचयन, दोनों समान मात्रा में होंगे। इससे नदी पथ के अंग विशेष के ढाल पर कोई प्रभाव न पड़ेगा, वह पूर्ववत् बना रहेगा।

(२) उसके अधिकतम भार से अधिक होता है, तब नदी अधिकतम भार को तो बहा ले जाती है और अतिरिक्त भार वहाँ संचित हो जाता है, जिससे उसका ढाल बढ़ जाता है। ढाल के बढ़ जाने से नदी का वेग भी बढ़ जाता है। धीरे-धीरे नदी का वेग इस प्रकार व्यवस्थित हो जाता है, कि वह ऊपर से आने वाले भार के ले जाने में ठीक समर्थ होती है।

(३) उसके अधिकतम भार से कम होता है, तब नदी में वहाँ संचयन की अपेक्षा अपक्षरण अधिक होता है, जिससे उसका ढाल घट जाता है। ढाल के घट जाने से नदी का वेग क्षीण हो जाता है। धीरे-धीरे नदी का वेग इस प्रकार व्यवस्थित हो जाता है, कि वह ऊपर से आने वाले भार को ले जाने में ठीक समर्थ होती है।

चित्र २४ में उपर्युक्त तीनों दशाएँ प्रदर्शित की गई हैं। प्रथम दशा में हम यह कहते हैं कि नदी में अनुक्रमण (Gradation) हुआ, द्वितीय दशा में पुञ्जीकरण (Aggradation) और तृतीय दशा में निम्नीकरण (Degradation)।

उपर्युक्त सभी दशाओं में हमने यह पहले से मान लिया था कि नदी पथ



चित्र २४—नदी पथ का अनुक्रमण (Gradation)

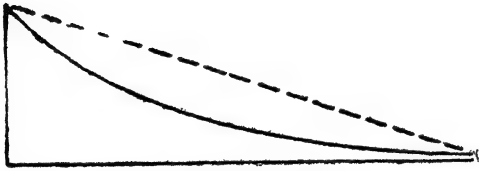
के अग विशेष का ढाल तथा उसके जल का आयतन और वेग एकरूप (Uniform) हैं और भार के पदार्थ भी एक ही आकार-प्रकार के हैं।

५. जल के अपक्षरण का वक्र

(Curve of water erosion)

मान लीजिये एक ऐसा ढाल है जो सर्वत्र एकरूप है और एक सी शिलाओं से बना है। इस ढाल का ऊपरी सिरा किसी पर्वत पर स्थित है और निचला सिरा समुद्र तट पर है। अब यह कल्पना कीजिये कि इस ढाल के ऊपरी भाग में किसी नदी का उद्भव होता है और वह ढाल के अनुरूप बहती है। ऊपरी भाग में नदी को प्राप्त होने वाला जल वहाँ पर होने वाली वर्षा का जल होगा अतएव उसका आयतन सीमित होगा। ज्यों-ज्यों नदी समुद्र की ओर बढ़ती है, त्यों-त्यों जल की मात्रा बढ़ती जाती है क्योंकि उसमें स्थानीय वृष्टि के अतिरिक्त ऊपर के ढाल का जल भी बह आता है। इसके अतिरिक्त पार्श्वों से सहायक नदियाँ भी मिलती हैं। अन्य शब्दों में, आरम्भ में नदी में भार की मात्रा बिल्कुल नहीं होती, जिससे अपक्षरण भी नहीं होता, आगे बढ़ने पर नदी-नालों के मिलने से उसके भार में क्रमशः वृद्धि होती है। भार के बढ़ जाने से अपक्षरण की मात्रा भी बढ़ जाती है। अपक्षरण की वृद्धि एक निश्चित सीमा तक होती है। जब भार अधिकतम हो जाता है, तब अपक्षरण रुक जाता है अथवा अपक्षरण और संचयन समान हो जाते हैं। यह अवस्था ढाल के निचले भाग में आती है। संक्षेप में, ढाल की

चोटी पर अपक्षरण बिल्कुल नहीं होता और निचले भाग में अपक्षरण और संचयन समान हो जाते हैं। अतएव इन दोनों स्थानों के मध्य में कोई ऐसा स्थान अवश्य होता है, जहाँ अपक्षरण अधिकतम होता है। उसके ऊपर और नीचे दोनों ही दिशाओं में अपक्षरण क्रमशः घटता जाता है। पूर्व में हम अपक्षरण के मूलभूत सिद्धान्त की विवेचना कर चुके हैं। उससे भी हम इसी निष्कर्ष पर पहुँचे थे। इस प्रकार के अपक्षरण का पूर्ववर्ती ढाल पर यह प्रभाव पड़ता है, कि वह नतोदर प्रवण (Concave Slope) में परिणत हो जाता है। चित्र २५



चित्र २५—जल के अपक्षरण का वक्र

से यह कथन स्पष्ट होगा। इसे ही हम जल के अपक्षरण का वक्र कहते हैं।

वह वक्र क्रमशः विकसित होता रहता है। जब हम इसकी तुलना पूर्ववर्ती ढाल से करते हैं, तब हमें विदित होता है कि इसके ऊपरी भाग का प्रवण निचले भाग की तुलना में प्रपाती है। इसका कारण यह है कि ऊपरी भाग में अपक्षरण

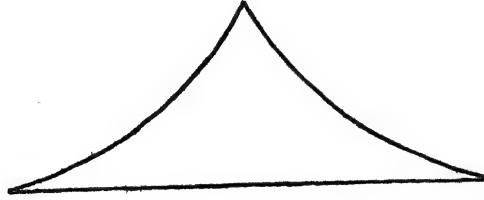


चित्र २६—अपक्षरण-वक्र का विकास

अधिक हुआ है और निचले भाग में संचयन। इस प्रवृत्ति का परिणाम यह होगा कि ढाल का ऊपरी भाग क्रमशः प्रपाती होता चला जायगा और निचला भाग क्रमशः मन्द (Gentle) होता चला जायगा। अन्य शब्दों में अपक्षरण का बिन्दु क्रमशः ऊपर बढ़ता जायगा। चित्र २६ में अपक्षरण के वक्र की विभिन्न उत्तरोत्तर अवस्थायें प्रदर्शित की गई हैं।

६. जलविभाजक (Watershed) की आकृति

पूर्व परिच्छेद से यह स्पष्ट है कि, जल के अपक्षरण से जो ढाल बनता है, वह नतोदर आकृति का होता है। यदि नदी का उद्गम जल-विभाजक के सर्वोच्च शिखर पर स्थित हो, तो चित्र २७ के अनुसार उसका ऊपरी भाग नोकदार होगा। किन्तु प्रकृति में नदी का उद्गम कभी भी जल-विभाजक के शिखर पर



चित्र २७—नोकदार जलविभाजक

नहीं होता। वह शिखर से थोड़े नीचे ढाल पर कहीं स्थित होता है। यह आवश्यक भी है, क्योंकि नदी की उत्पत्ति के लिये जलभण्डार की आवश्यकता है। यदि नदी का उद्गम जल विभाजक के शिखर पर स्थित होता, तो वहाँ जल का साधन केवल स्थानीय वर्षा होती, जो नदी-प्रवाह के लिये पर्याप्त न होती। वास्तव में नदी-उद्गम के ऊपर का जल-विभाजक का भाग स्पज का कार्य करता है, अर्थात् वह पानी को सोखता रहता है और फिर झरने के रूप में उसे क्रमशः प्रदान करता है। एक बार की जलवृष्टि में संचित जलराशि के समाप्त होने के पूर्व दूसरी जलवृष्टि हो जाती है। यही क्रम चलता रहता है और नदी का उद्गम कभी सूखने नहीं पाता। संक्षेप में, जब नदी-उद्गम जल



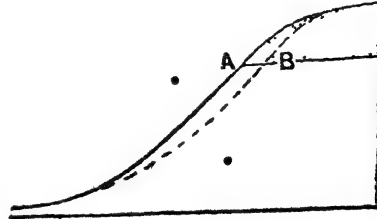
चित्र २८—उन्नतोदर जलविभाजक

विभाजक के शीर्ष पर स्थित नहीं होता, तब उसके ऊपर जल विभाजक की आकृति उन्नतोदर होती है।

७ नदियों के उद्गम का पीछे की ओर कटना

कोई भी नदी अपने उद्गम के ऊपर अपक्षरण करने में असमर्थ होती है, किन्तु घाटियों में यह प्रवृत्ति पाई जाती है कि उद्गम के पीछे भी उन-
विस्तार हो। यह कथन एक उदा-

हरण से स्पष्ट होगा। चित्र २९ में एक पर्वत प्रदर्शित किया गया है, जिसमें भेद्य शिला के स्तर अभेद्य शिला के स्तरके ऊपर स्थित है। भेद्य शिला वर्षा के जल को सोखती रहती है। यह



जल 'A' पर स्रोत के रूप में प्रवाहित होता है। यही स्रोत नदी का उद्गम है। अपक्षरण वक्र,

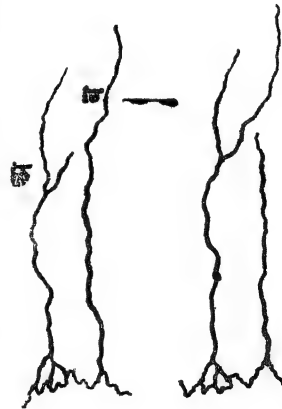
चित्र २९—नदी की के उद्गम का पीछे की ओर कटना

जिसका पूर्व में उल्लेख हो चुका है, A से आरम्भ होता है और कालान्तर में जब वह पूर्णतः विकसित हो जाता है, तब 'A' पर ढाल बड़ा प्रपाती हो जाता है। इसका फल यह होता है कि जलवृष्टि से 'A' के ऊपर का भाग भी कटन लगता है, जिससे 'A' पर स्थित स्रोत पीछे की ओर खिसकने लगता है। जैसा कि चित्र २९ से स्पष्ट होगा कुछ काल के अनन्तर 'A' पर स्थित स्रोत B पर पहुँच जाता है। इस प्रकार नदी उद्गम के पीछे की ओर कटती रहती है। इस क्रिया से कभी-कभी नदियों का अपहरण (River capture) भी हो जाता है। इसकी विवेचना अगले परिच्छेद में की गई है।

८ नदी अपहरण

(River capture)

जब दो नदियाँ पास-पास बहती हैं, तब कभी-कभी ऐसा होता है, कि अधिक अपक्षरण करने वाली नदी ऊपर की ओर काटते-काटते (through head-ward erosion)



चित्र ३०—नदी अपहरण

कम अपक्षरण करने वाली नदी से मिल जाती है और उसके जल को छीन लेती है। चित्र ३० से यह कथन स्पष्ट होगा।

९ नदी की घाटी का विकास

नदी के ऊपरी भाग में सचयन की तुलना में अपक्षरण अधिक होता है और निचले भाग में सचयन की तुलना में अपक्षरण कम होता है। अन्य शब्दों में नदी अपने पथ के ऊपरी भाग में घाटी को गहरा करती है—इसी आधार पर उसे 'घाटी क्षेत्र' (Valley tract) कहते हैं। अपने पथ के निचले भाग में नदी उन सब पदार्थों को, जिनका वह परिवाहन करती है, फैला देती है, जिससे मैदान बन जाते हैं। इसी आधार पर नदी पथ के इस भाग को 'मैदानी क्षेत्र' (Plain tract) कहते हैं। शनै-शनै निक्षेप स्थल में वृद्धि होती जाती है जिससे मैदानी क्षेत्र ऊपर की ओर फैलता जाता है—और घाटी क्षेत्र सकुचित होता जाता है।

(१) घाटी क्षेत्र (Valley Tract)

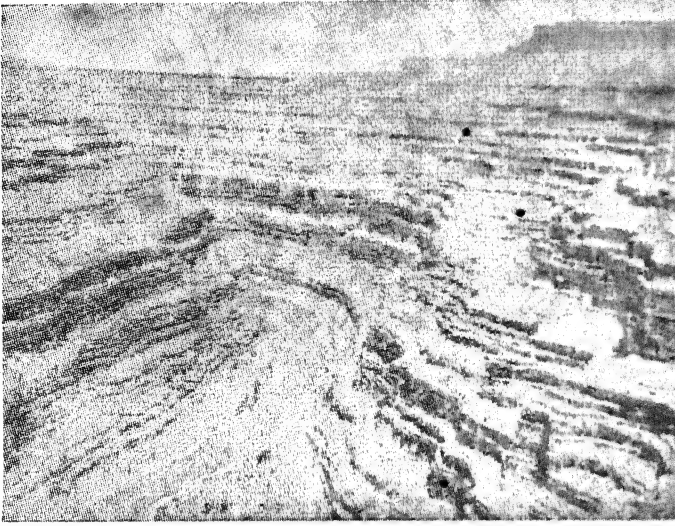
जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है नदी-पथ के ऊपरी भाग में सचयन की अपेक्षा अपक्षरण अधिक होता है। इसका फल यह होता है कि नदी की घाटी गहरी होती जाती है। यदि अपक्षरण का कार्य केवल नदी द्वारा सम्पन्न होता, तो उसकी घाटी के पार्श्व लम्बवत् रहते किन्तु अन्य अभिकर्ता जैसे तुषार,



चित्र ३१—नदी की घाटी का क्रमशः चौड़ा होना

वर्षा आदि किनारों को काटते रहते हैं, जिससे नदी की घाटी V—आकृति की हो जाती है। किनारों के ढाल लम्बवत् अपक्षरण और पार्श्विक (Lateral) अपक्षरण के तुलनात्मक मूल्य पर निर्भर करते हैं अर्थात् यदि पार्श्विक अपक्षरण अधिक होता है, तो ढाल मन्द होता है, दूसरी ओर यदि लम्बवत् अपक्षरण अधिक होता है तो ढाल प्रपाती होता है। ढाल की आकृति बहुत कुछ शिलाओं की संरचना और जलवायु पर भी निर्भर करती है। कठोर शिलाओं की अपेक्षा मृदुल शिलायें शीघ्रता से घिसती हैं। इसी प्रकार कम वर्षा के क्षेत्रों की अपेक्षा अधिक वर्षा क्षेत्रों में पार्श्विक अपक्षरण अधिक होता है, जिससे घाटी V—आकृति की हो जाती है। इन सम्बन्ध में कॉलैरैडो नदी की

निदरियों (Canyons) का उल्लेख उचित होगा। 'कोलम्बिया' के अर्ध-मरु-स्थलीय प्रदेश में कैलोरैडो नदी की घाटी बहुत अधिक गहरी और संकरी है।



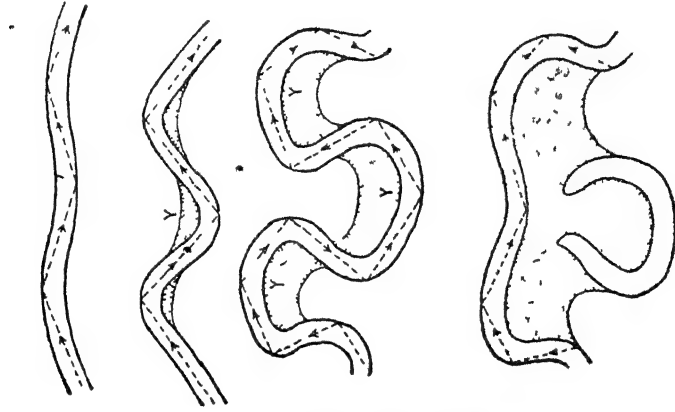
चित्र ३२—निदरी (Canyon)

यहाँ पर घाटी के दोनों किनारे दीवाल की भांति लम्बवत् हैं। स्पष्ट है, कि यहाँ पर वर्षा के अभाव में पार्श्विक अपक्षरण बिल्कुल नहीं होता। नदी के प्रवाह से केवल लम्बवत् अपक्षरण होता है जिससे घाटी गहरी होती चली गई है।

(२) मैदानी क्षेत्र

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है नदी-पथ के निचले भाग में अपक्षरण की अपेक्षा संचयन अधिक होता है। इसका फल यह होता है कि घाटी की गहराई क्रमशः घटती जाती है और नदी में बाढ़ की प्रवृत्ति विकसित होती जाती है। नदी के प्रवाह में थोड़ी सी भी बाधा आने पर वह घूमकर बहने लगती है। नदी के घूम जाने से जो वक्र बन जाते हैं उन्हें हम प्रवाह-मोड़ अथवा मियनडर (Meander) कहते हैं। एशिया माइनर में मियनडर नाम की एक नदी

है, जो लहराती हुई अर्थात् इस प्रकार के वक्र बनाती हुई बहती है। इसी नदी के नाम के आधार पर Meander शब्द बना है। चित्र ३३ में यह



चित्र ३३—प्रवाह-मोड़ो का विकास

कथन स्पष्ट होगा कि वक्राकार नदी—पथ में पानी की धारा नतोदर तट पर टकराती है जिससे वह कट जाता है, दूसरी ओर यह अपक्षरित पदार्थ उन्नतोदर तट पर एकत्र होता है। इस प्रकार नतोदर तट के निरन्तर कटने और उन्नतोदर तट पर निरन्तर निक्षेपण होने से वक्रता की मात्रा क्रमशः बढ़ती जाती है। चित्र ३३ में वक्रता की वृद्धि की विभिन्न उत्तरोत्तर अवस्थाएँ प्रदर्शित की गई हैं। इस प्रकार कालान्तर में वक्र लगभग वृत्ताकार हो जाता है। इस दशा में कभी-कभी बाढ़ के समय वक्र के वे दोनों भाग जो अत्यन्त निकट होते हैं मिल जाते हैं और नदी पुनः सीधे बहने लगती है। वक्र का वह भाग जो छूट कर अलग हो जाता है, झील में परिणत हो जाता है। ऐसी झील को हम वृषभ-धनु-झील (Ox-Bow lake) कहते हैं क्योंकि उसकी आकृति बैल के जुए सदृश होती है।



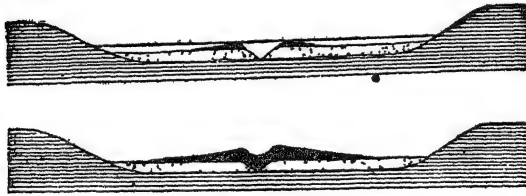
चित्र ३४—मैदान में प्रवाहित होनेवाली नदी का अनुप्रस्थ प्रच्छेद

मैदानी क्षेत्र में वृषभ-धनु-झीलें निरन्तर बनती रहती हैं और नदी के पथ में विवर्तन होते रहते हैं। इन पार्श्विक विवर्तनों से चौड़ा और लगभग

समतल मैदान अस्तित्व में आ जाता है। इस मैदान के किनारों पर भूमि ऊपर उठी रहती है। चित्र ३४ में इस प्रकार का मैदान प्रदर्शित किया गया है। चित्र से स्पष्ट होगा कि इस मैदान में प्रवाहित होने वाली नदी का नितल धरातल की अपेक्षा बहुत कम गहरा है। यह स्वाभाविक ही है, क्योंकि नदी के मैदानी भाग में अपक्षरण की तुलना में संचयन अधिक होता है।

बाढ़ के समय नदी का जल किनारों के ऊपर चढ़ जाता है और घाटी-तल (Valley floor) में फैल जाता है। अतएव इसे बाढ़ का मैदान (Flood plain) कहते हैं। बाढ़ की दशा में नदी के पथ (Channel) में जल का प्रवाह तीव्र वेग से होता है, किन्तु बाढ़ के मैदान में जल प्रायः स्थिर रहता है। प्रवाह-वेग के इस विभेदन के कारण नदी पथ के दोनों किनारों पर कीचड़ जमा हो जाता है। बाढ़ के समाप्त होने पर नदी-धारा का जल नीचे आ जाता है और बाढ़ के मैदान का शेष जल या तो नदी की धारा में आकर

चित्र ३५—पूर-तटों (Leves) का बनना



चित्र ३६—निक्षेपण द्वारा नदी-तल का बाढ़ के मैदान से ऊपर उठ जाना

मिल जाता है या उसे पृथ्वी सोख लेती है। नदी पथ के किनारों पर एकत्रित कीचड़ यथावत् स्थिर रहता है, जिससे नदी-तट बाढ़ के मैदान की अपेक्षा ऊपर उठा रहता है (चित्र ३५)। जब नदी पुनः अपनी सामान्य दशा में आ जाती है, तब निक्षेपण से उसका नितल फिर ऊँचा होने लगता है। फलतः यद्यपि किनारे पहले की अपेक्षा ऊँचे होते हैं, तथापि नितल की अपेक्षा उनकी ऊँचाई पूर्ववत् ही रहती है, क्योंकि नितल भी ऊपर उठ जाता है। फिर बाढ़ आती है और फिर किनारे ऊँचे होते हैं। बाढ़ के समाप्त होने पर निक्षेपण से नदी का नितल फिर ऊँचा होता है। यही क्रम चलता रहता है। कालान्तर में नदी का नितल बाढ़ से मैदान की अपेक्षा ऊँचा हो जाता है, यद्यपि किनारों से वह नीचा ही रहता है। स्पष्ट है कि ऐसी दशा में बाढ़ की संभावना बहुत अधिक होती है। नदी द्वारा निर्मित इन प्राकृ-

तिक बाँधों को, जिन्हें कृत्रिम रीति से सुदृढ़ किया जा सकता है पूर-तट (Levees) कहते हैं। उत्तरी अमरीका की मिसिसिपी, इटली की पो तथा चीन की ह्वांगहो नदियों में पूर तट पाये जाते हैं। यदि पूर तट को कृत्रिम रूप से सुदृढ़ न किया जाय तो नदी की धारा में विवर्तन होने रहेंगे। बाढ़ की दशा में नदी इन तटों को तोड़कर आम पाम के प्रदेश में विनाश का दृश्य उपस्थित कर सकती है। ह्वांगहो में यही होता है। इसीलिये उसे 'चीन का शोक' कहते हैं।

१० नदी का कायाकल्प

(Rejuvenation of River)

यह तो पूव में उल्लेख हो ही चुका है कि मैदानी भाग में नदी का लम्बवत् अपक्षरण समाप्त हो जाता है। ऐसी अवस्था आ जाने के बाद कभी-कभी ऐसा होता है कि आकस्मिक असाधारण वर्षा से नदी जल का आयतन बढ़ जाता है अथवा भूपर्पटी की गतियों से नदी-तल का ढाल प्रपानी हो जाता है, जिससे लम्बवत् अपक्षरण पुन आरम्भ हो जाता है। इसे हम नदी का कायाकल्प कहते हैं।

११ नदी के उत्तल

(River Terraces)

नदी में कायाकल्प हो जाने से उसका पथ गहरा हो जाता है जिससे बाढ़ का मैदान नदी तल की तुलना में यथेष्ट ऊँचा हो जाता है और वह नदीकी घाटी के ऊपर दोनों ओर मच सदृश प्रतीत होता है। इस प्रकार के मचों को हम उत्तल (Terrace) कहते हैं।



चित्र ३७—उत्तल (Terraces)

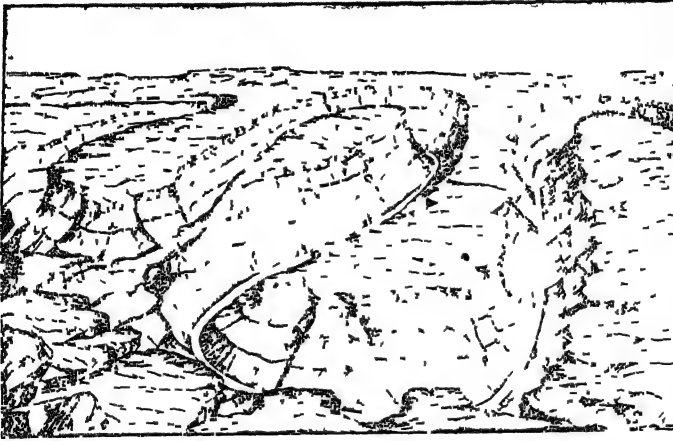
कालान्तर में लम्बवत् अपक्षरण पुन समाप्त हो जाता है और फिर पार्श्विक अपक्षरण से नवीन बाढ़ का मैदान निर्मित होता है। यह तो स्पष्ट ही है, कि इस नवीन बाढ़ के मैदान का धरातल पुराने बाढ़ के मैदान के धरातल से बहुत नीचा होगा। इसके पश्चात् यदि किसी कारण नदी का पुन कायाकल्प होता है और उसमें पुन लम्बवत् अपक्षरण आरम्भ होता है, तो

पुन नवीन् उत्तल बन जाते हैं। इस प्रकार उत्तलो की कमिक श्रृंखला बन-सकती है।

१२ प्रवर्धित प्रवाह-मोड़

(Incised Meanders)

यदि बाढ़ के मैदान में प्रवाह-मोड़ बनाती हुई किसी नदी का कायाकल्प हो जाता है तो उसके प्रवाह मोड़ गहरे हो जाते हैं यद्यपि उनको वक्र आकृति पूर्ववत् बनी रहती है। इस प्रकार के गहरे प्रवाह मोड़ को हम प्रवर्धित प्रवाह मोड़ (Incised Meanders) कहते हैं।



चित्र ३८—प्रवर्धित प्रवाहमोड़ (Incised Meanders)

१३ परिवाहन (Transportation)

नदी का जल अपने साथ अपक्षरित पदार्थ को बहा ले जाता है। यही परिवाहन है। यह पदार्थ विविध आकार-प्रकार का होता है। जो पदार्थ घुलनशील है, वे नदीजल में घुल जाते हैं और उनका परिवाहन घोल के रूप में होता है। इस श्रेणी के अन्तर्गत विभिन्न प्रकार के लवण और रासायनिक यौगिक आते हैं। जिन पदार्थों का घनत्व पानी से कम होता है, वे तैरते हुए परिवाहित होते हैं, जैसे लकड़ी के टुकड़े, घास-फूस आदि। अन्य पदार्थों में—जो आकार में कुछ बड़े होते हैं वे नितल पर लुढ़कते हुए चलते हैं जैसे पत्थरों के टुकड़े, सूक्ष्म कण निलम्बित अवस्था (Suspension) में प्रवाहित होते हैं। अधिक बड़े

टुकड़ी को नदी बहा ले जाने में असमर्थ होती है और वे छूट जाते हैं। बाढ़ के समय उनका परिवाहन होता है। नदी अपने साथ अधिक से अधिक कितना बड़ा पत्थर का टुकड़ा बहा ले जा सकता है—यह अनेक प्रतिकारकों पर निर्भर है जैसे—(१) धारा का वेग (२) पत्थर के टुकड़े की आकृति, घनत्व एवं संरचना। यदि समान रचना और घनत्व के छोटे बड़े अनेक आकारों के बहुत से गोलाकार पत्थर हों, तो नदी द्वारा जो सबसे बड़ा पत्थर परिवाहित होगा उसके व्यास में और प्रवाह-वेग में यह सम्बन्ध होगा —

प्रवाह वेग \propto (परिवाहित होने वाले बड़े से बड़े पत्थर के टुकड़े का व्यास) ^२
 अर्थात् यदि नदी का वेग दूना हो जाता है, तो वह चौगुने व्यास के पत्थर को परिवाहित कर सकेगी। इसी प्रकार नदी द्वारा परिवाहित भार का आयतन और प्रवाह वेग में निम्नांकित सम्बन्ध है—

प्रवाह वेग \propto (आयतन) ^१

अर्थात् यदि प्रवाह-वेग दूना हो जाता है, तो वह $2^3 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$ गुणों भार का परिवाहन करेगा।

नदी का प्रवाह-वेग उसके पथ की आकृति आकार एम ढाल तथा उसमें विद्यमान पानी के आयतन पर निर्भर है। यदि आकृति और ढाल स्थिर रहते हैं, तो पानी के आयतन के बढ़ जाने से प्रवाह-वेग बढ़ जाता है। इसी प्रकार यदि पथ की आकृति और ढाल का आयतन स्थिर रहता है, तो ढाल के बढ़ जाने से प्रवाह-वेग बढ़ जाता है। यदि आयतन और ढाल स्थिर रहते हैं, तो टेढ़े-मेढ़े पथ से प्रवाहित होने वाली नदी की तुलना में सीधी नदी का प्रवाह-वेग अधिक होता है। इसके अतिरिक्त यहाँ पर यह भी उल्लेखनीय है कि नदी के प्रत्येक भाग में प्रवाह-वेग एक सा नहीं होता है। घर्षण (friction) के कारण नितल और पार्श्वों से प्रवाह-वेग मध्य-भाग की अपेक्षा कम होता है।

यह तो पूर्व में उल्लेख हो ही चुका है कि प्रत्येक नदी अधिक से अधिक एक निश्चित मात्रा का भार वहन कर सकती है। यदि वास्तविक भार इससे कम होता है, तो अपक्षरण द्वारा उसमें वृद्धि होती है। यदि वास्तविक भार इसके बराबर होता है, तो अपक्षरण अथवा संचयन कुछ भी नहीं होता। यदि वास्तविक भार इससे अधिक होता है तो शेष भार छूट जाता है, जिससे संचयन होता है।

संसार भर की नदियाँ महासागरों में प्रतिवर्ष अपरिमित पदार्थ डालती रहती हैं। यह आगणन किया गया है कि केवल संयुक्त राष्ट्र अमेरिका की नदियाँ प्रतिवर्ष कम से कम ८० करोड़ टन पदार्थ परिवाहित करती हैं।

१४ निक्षेपण (Deposition)

नदी के कार्य के उपर्युक्त विवेचन से यह स्पष्ट है कि अपक्षरण और सचयन परस्पर पूरक प्रक्रियाएँ हैं। जो दशाएँ एक के लिये अनुकूल हैं, वे ही दूसरे के लिये प्रतिकूल हैं। उदाहरण के लिये ढाल के बढ़ जाने से अथवा जल के आयतन के बढ़ जाने से अथवा प्रवाह वेग के बढ़ जाने से अपक्षरण बढ़ जाता है, दूसरी ओर इनके घट जाने से निक्षेपण बढ़ जाता है। निक्षेपण सम्बन्धी अनेक बातों का विचार अपक्षरण के अन्तर्गत हो चुका है। यहाँ पर केवल नदी द्वारा संचित स्थल और जल के निक्षेपों की रूपरेखाएँ प्रस्तुत की जा रही हैं।

(१) स्थल के निक्षेप

नदी के स्थल-निक्षेपों के प्रमुख रूप कछारी व्यजन (Alluvial Fan), कछारी मैदान (Alluvial Plain), बाढ़ का मैदान (Flood Plain) पूर-तट (Levees) तथा उत्तल (Terraces) हैं। इनमें से कुछ का उल्लेख अपक्षरण के अन्तर्गत हो चुका है।

(२) जल के निक्षेप

समुद्र अथवा झील में गिरने के पूर्व नदियों का वेग क्षीण हो जाता है, जिससे निक्षेपण होता है। यदि उस समुद्र अथवा झील में लहरे और धाराएँ इतनी प्रबल नहीं होती कि वे नदी द्वारा संचित अवसाद को बहा ले जा सकें तो नदी-मुख पर डेल्टा का सृजन होता है। डेल्टा के सम्बन्ध में आगे विस्तृत विवेचना की गई है। सचयन सतत रूप से होता रहता है जिससे डेल्टा क्रमशः समुद्र की दिशा में आगे बढ़ता रहता है। नदी मुख पर संचित पदार्थ नदी की धारा के बहने में बाधक होता है, जिससे मुख्य धारा से अनेक शाखाएँ, फूट निकलती हैं। इन्हें हम वितरक-धाराएँ (Distributaries) कहते हैं। प्रत्येक वितरक-धारा में मुख्य धारा की तुलना में जल की मात्रा कम होती है। इसका फल यह होता है, कि निक्षेपण की मात्रा बढ़ जाती है। इन वितरक धाराओं में से बहुत सी अत्यन्त मन्द होती हैं क्योंकि उनमें भार अधिक होता है और ढाल की मात्रा कम होती है। इससे उनके बीच में रेत के टापू बन जाते हैं, जिन्हें हम सैंकत-दण्ड (Sand bar) कहते हैं।

१५ नदी के पथ की विभिन्न अवस्थायें

नदी के उद्गम से लेकर अन्तःतक के पथ को तीन भागों में बाँटा जा सकता है —

- (१) ऊपरी अथवा पर्वतीय भाग,
- (२) मध्य अथवा मैदानी भाग,
- (३) निचला अथवा डेल्टा का भाग ।

(१) ऊपरी अथवा पर्वतीय भाग

नदी का उद्गम बहुधा पर्वतो में होता है अतएव आरम्भ में वह पर्वतीय प्रदेश में प्रवाहित होती है। इस क्षेत्र में वह प्रपाती प्रवणो के मध्य में होकर बहती है। नदी की इस अवस्था का प्रमुख लक्षण यह है कि उसमें जल प्रपात (Waterfalls), प्रपातिका (Cascades) तथा द्रुतवाह (Rapids) बहुत पाये जाते हैं और लम्बवत् अपक्षरण से घाटी गहरी होती रहती है। प्रपातो में नदी-जल काफी ऊँचाई से नीचे गिरता है, प्रपातिका में श्रृंखलावत् बहुत से प्रपात होते हैं और द्रुतवाह में पानी गहरी और सकरी प्रदरी (Gorge) में होकर बहता है।

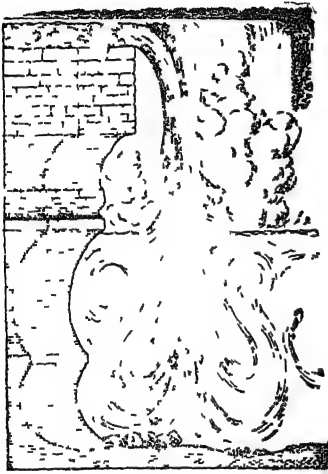
जलवृष्टि के कारण नदी का उद्गम क्रमशः पीछे खिसकता रहता है। इस कथन की विस्तृत विवेचना 'नदियों के उद्गम का पीछे की ओर कटना' शीर्षक के अन्तर्गत हो चुकी है।

नदी के अपक्षरण-कार्य का अधिकांश भाग पर्वतीय भाग में ही सम्पन्न होता है। नदी के साथ बहने वाले पत्थरों के टुकड़े इसमें विशेष सहायक होते हैं। वे अपनी रगड़ से नितल को घिसते रहते हैं। अन्य शब्दों में वे नदी के अपक्षरण के लिये यंत्र का कार्य करते हैं। नदी की इस अवस्था में उसका वेग अधिक होता है जिससे अपक्षरण बहुत होता है। अपक्षरण के इन यंत्रों पर भी रगड़ का प्रभाव कुछ कम नहीं पड़ता। नितल के विरुद्ध निरन्तर घिसते-घिसते ये क्रमशः आकृति में गोल और आकार में छोटे होते जाते हैं।

नदी के जल में जब भँवर पड़ती है, तब पत्थरों के छोटे-छोटे असम्बद्ध टुकड़े उसमें चक्कर खाते हैं, जिससे नितल में गोल गड्ढे बन जाते हैं। इन्हें हम कुम्भगर्त (Pot Holes) कहते हैं। कालान्तर में अनेक निकटवर्ती कुम्भगर्त परस्पर जुड़ जाते हैं। इससे नदी के लम्बवत् अपक्षरण में सहायता मिलती है।

नदी के लम्बवत् अपक्षरण की मात्रा बहुत-कुछ नितल की शिलाओं की प्रकृति पर निर्भर है। मृदुल शिलाओं की तुलना में कठोर शिलाएँ बहुत कम घिसती हैं। इसका एक सुन्दर उदाहरण नियागरा का जल प्रपात (Waterfall) है। इस नदी का तल नियागरा नामक कठोर चूने के पत्थर की

शिलाओं से बना है। इनके नीचे जम्बशिला (Shale) और बालुकाश्म (Sandstone) के मृदुल स्तर हैं। प्रपात से गिरने वाला जल बौछार के रूप में नीचे की मृदुल शिलाओं से टकराता है। चित्र ३९ से यह कथन स्पष्ट होगा। फल यह होता है कि नीचे के शिलास्तर ऊपर की अपेक्षा अधिक कट जाते हैं। इस प्रकार ऊपरी कठोर शिला के स्तर आगे बढ़े हुए निरालम्ब लटकते रहते हैं और कालान्तर में अपने बृहद् भार के कारण टूट कर गिर पड़ते हैं। इस प्रकार की क्रिया का फल यह होता है कि प्रपात क्रमशः पीछे की ओर खिसकता रहता है।



चित्र ३९—नियागरा जलप्रपात

नदी के अपक्षरण में जलवायु का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इसका एक सुन्दर उदाहरण कौलेरेडो नदी के (Canyons) हैं। ये ऐसी गहरी घाटियाँ हैं, जिनके पार्श्व मीलों ऊँचे हैं और प्रायः लम्बवत् हैं। ये ऐसे प्रदेशों में पाये जाते हैं, जहाँ वर्षा बहुत कम होती है। इनके बनने का कारण यही है कि जलवृष्टि न होने से पार्श्विक अपक्षरण (Lateral Erosion) नहीं होता अतएव घाटियों के पार्श्व सोधे रहते हैं।

उपर्युक्त दशा विशेष परिस्थिति में पाई जाती है। सामान्यतः हवा, वर्षा, स्थल-सर्पण (Land slide) और सहायक नदियों के अपक्षरण से नदी की इस अवस्था में भी घाटी क्रमशः चौड़ी होती है, यद्यपि लम्बवत् अपक्षरण से घाटी का गहरा होना कहीं अधिक महत्वपूर्ण है।

प्रत्येक नदी की लम्बवत् अपक्षरण की एक निश्चित सीमा होती है, जिससे अधिक काटने में वह असमर्थ होती है। यह तो स्पष्ट ही है कि किसी भी सहायक नदी का नितल मुख्य नदी के नितल से गहरा नहीं हो सकता। यदि ऐसा संभव हो तो प्रवाह की दिशा ही उलट जाय अर्थात् सहायक नदी के मुख्य नदी में विलीन होने के स्थान पर मुख्य नदी सहायक नदी में प्रवाहित होने लगे। किसी भी नदी के लम्बवत् अपक्षरण की निम्नतम सीमा को

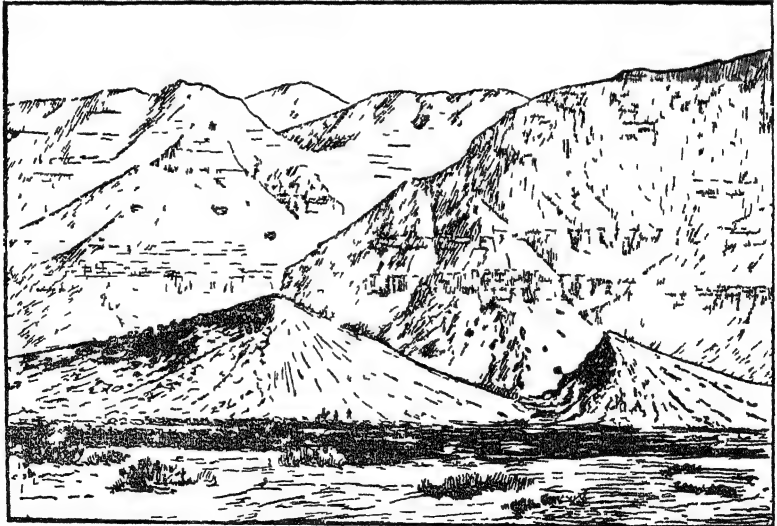
हम आधार-तल (Base Level) कहते हैं। जब नदी का लम्बवत् अपक्षरण चर्म सीमा को पहुँच जाता है, तब हम यह कहते हैं कि नदी ने अपना आधार-तल प्राप्त कर लिया है। जिस प्रकार सहायक नदी का आधार-तल मुख्य नदी का नितल होता है, उसी प्रकार मुख्य नदी का आधार-तल उम सागर अथवा झील का समतल होता है, जिसमें वह गिरती है। संक्षेप में किसी भी नदी का आधार-तल उसके मुहाने का समतल होता है।

(२) मध्य अथवा मैदानी भाग

नदी के ऊपरी और मध्य भाग में यही मुख्य भेद है कि ऊपरी भाग में लम्बवत् अपक्षरण से घाटी गहरी होती रहती है और मध्य भाग में पार्श्विक अपक्षरण से चौड़ी।

नदी के ढाल के घट जाने से प्रवाह-वेग भी क्षीण हो जाता है। नदी पथ की आकृति ढाल के घटने के वेग पर निर्भर है। यदि ढाल बहुत ही धीरे-धीरे घटता है तो नदी लहराती हुई बहती है। यदि ढाल अपेक्षाकृत जल्दी और एक रूप से (Uniformly) घटता है तो नदी का पथ सीधा रहता है, यद्यपि शिलाओं की संरचना का प्रभाव तो पड़ता ही है।

नदी पथ के मध्य भाग में प्रवाह-वेग के घट जाने से अवसादों (Sediments) का निक्षेपण आरम्भ हो जाता है। नदी द्वारा संचित अवसाद काँप

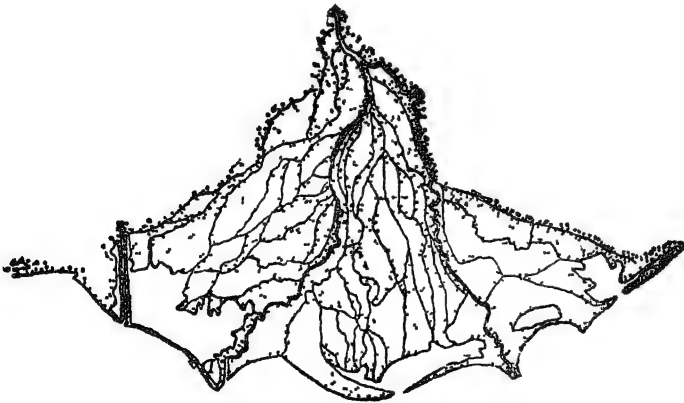


चित्र ४०—कछारी व्यजन (Alluvial fan)

कछार अथवा जलोढ मृदा (Alluvium) कहलाते हैं। प्रपाती पर्वतों के पदों पर—विशेषकर कम वर्षा के प्रदेशों में—फॉन के निम्न व्यजन (Fan) की आकृति ग्रहण कर लेते हैं। इन्हें हम कछारी-व्यजन (Alluvial Fan) कहते हैं। बहुत से कछारी व्यजनों के परस्पर मिल जाने से कछारी मैदान (Alluvial Plain) अस्तित्व में आ जाते हैं। पूर्व में यह उल्लेख हो चुका है कि नदी अपने पथ के मध्य भाग में लहराती हुई बहती है। इसी सन्दर्भ में वृषभ-धनु झील (Ox-bow Lakes) की निर्माण-क्रिया भी स्पष्ट की गई है। नदी के मैदानी भाग में पूर तट (Levees) और उत्तल (Terraces) बनते हैं। इनके बनने की क्रिया का वर्णन पृष्ठ ६३-६४ में हो चुका है।

३ निचला अथवा डेल्टा का भाग

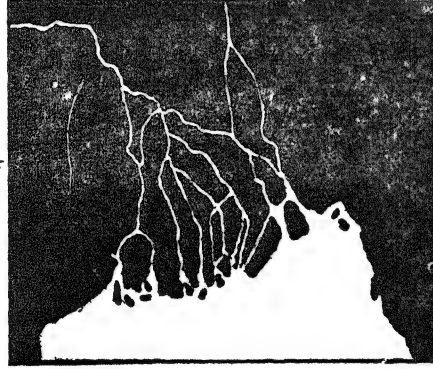
ज्यो-ज्यो नदी उस झील अथवा सागर के निकट पहुँचती है जिसमें उसे आत्मसमर्पण करना है, त्यो-त्यो उसमें जल का आयतन घटता जाता है और उसका वेग मन्द होता जाता है। समुद्र अथवा झील में बड़े आकार के पत्थर के टुकड़े पहले जमा हो जाते हैं, अपेक्षाकृत छोटे टुकड़े और रेत के कण आगे जाकर एकत्र हो जाते हैं तथा निलम्बित (Suspended) एव सूक्ष्मतरंग पदार्थ एव पक ओर आगे जाकर बैठ जाते हैं। ये निक्षेप तिकोनी



चित्र ४१—नील नदी का डेल्टा

आकृति के ढाल के रूप में एकत्र होते हैं और इनके कारण नदी का प्रवाह कई धाराओं में विभाजित हो जाता है। ज्यो-ज्यो ये धाराएँ आगे बढ़ती हैं

त्यो-त्यो उनकी पारस्परिक दूरी बढ़ती जाती है और नदीन धाराये फट निकलती हैं। चित्र ४१ एवं ४२ से यह कथन स्पष्ट होगा। इस प्रकार नदी के डेल्टा भाग का निर्माण होता है। ग्रीक भाषा में डेल्टा नाम का एक अक्षर है। नील नदी का निचला मैदान आकृति में इस अक्षर (डेल्टा) में मिलता



चित्र ४२—गंगा नदी का डेल्टा

जुलता है। इसी साम्य के आधार पर ग्रीक भूगर्भवेत्ताओं ने इस शब्द को गढ़ा है और अब यह भूगोल में सामान्य हो गया है।

संक्षेप में, डेल्टा नदी के निक्षेप द्वारा सागर अथवा झील में निर्मित उस त्रिभुजाकार समतल मैदान को कहते हैं, जिसमें नदी का जल अनेक धाराओं में विभाजित होकर बहता है। गंगा-नदी का डेल्टा राजमहल के थोड़े दक्षिण से आरम्भ हो जाता है। डेल्टा का ढाल इस तथ्य पर निर्भर करता है कि मुख्य धारा का प्रवाह-वेग किस गति से घटता है। यदि वह जल्दी-जल्दी घटता है, तो डेल्टा ढालू होगा, यदि वह धीरे-धीरे घटता है तो डेल्टा का ढाल मन्द होगा।

उत्तम डेल्टा के बनने के लिये निम्नलिखित दशाओं की पूर्ति आवश्यक है—

(१) नदी का पथ लम्बा होना चाहिये और उसमें बहुत सी सहायक नदियाँ मिलनी चाहिये जिससे सागर में काफी मात्रा में अवसाद एकत्र हो सके।

(२) सागर में लहरे धाराये और ज्वार भाटा प्रबल न होना चाहिये अन्यथा सागर जल की ये गतियाँ नदी द्वारा एकत्रित अवसाद को बहा ले जायँगी।

(३) नदी के निचले पथ को समतल मैदान में स्थित होना चाहिये। इससे उसका प्रवाह अत्यन्त मन्द होगा और नदी का पक्कम जल सागर के

लवणमय जल से पूर्ण रूप से मिल सकेगा, जिससे पक्का अथवा कीचड़ नीचे बैठ जायगा। इसके विपरीत यदि नदी का प्रवाह तेज हुआ तो अवसाद समुद्र में बहुत आगे बढ़ जायेंगे और डेल्टा न बन सकेगा।

डेल्टा की प्रगति

नदी द्वारा समुद्र में निक्षेपण निरन्तर होता रहता है जिससे डेल्टा समुद्र की ओर क्रमशः बढ़ता रहता है।

डेल्टा और एस्चुअरी

जब नदी द्वारा समुद्र में एकत्रित अवसाद के स्थिर रहने की दशाये अनुकूल होती है, तब डेल्टा बनता है। इन दशाओं का उल्लेख ऊपर हो चुका है। यदि किसी नदी-मुख पर होने वाली सागर-जल की गतियाँ एकत्रित अवसाद को बहा भी ले जाती हो, तो भी यदि निक्षेपण का वेग अपनयन (Removal) से अधिक होता है तो डेल्टा बनता है। इस प्रकार का डेल्टा पूर्ण विकसित न होने के कारण अनियमित होता है।

दूसरी ओर जब समुद्र में धाराये और ज्वार भाटा इतने प्रबल होते हैं कि वे नदी द्वारा अर्पित अवसाद को संचित होने के पूर्व बहा ले जाते हैं, तब एस्चुअरी (Estuary) बनती है। एस्चुअरी बनने की एक और दशा हो सकती है। नदी के मुहाने पर समुद्रतट के घँस जाने से तब तक एस्चुअरी बनी रह सकती है, जब तक अवसादों के निक्षेप डेल्टा निर्माण के लिये अपर्याप्त रहते हैं।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न--

1. Describe the chief characteristics of the three stages in the life history of a river and the landforms associated with them.

(Agra B. A. 1953).

2. Describe the work of a river in its different stages.

(Nagpur Inter. 1951).

3. Describe in detail the work of running water in the development of landforms and explain the various stages of river drainage

(Agra B. A. 1949).

4. What do you understand by 'River profile'? Discuss fully the effect of this on the development of a river valley. (Allahabad B A 1949).

5. How are waterfalls formed? Describe the process, taking the Niagara falls as the example. (Allahabad B. A. 1948).

6. Write notes on—

(a) River Capture.

(Agra B A. 1950 and 1955; Banaras B A. and B. Sc. 1949, 1951 and 1952; Allahabad B. A. 1952, Ajmer Inter. 1952; Lucknow M. Sc. Geology 1950).

(b) Formation of waterfalls

(Allahabad B. A. 1951).

(c) Delta formation.

(Allahabad B A. 1951).

(d) Meandering.

(U.P. Inter. 1946 and Ajmer Inter. 1952).

(e) Grade level of river.

(Agra B. A. 1948; Ajmer Inter. 1952).

(f) Estuary. (U. P. Inter 1947).

(g) Delta. (U. P. Inter 1951).

(h) Ox-bow Lake.

(U.P. Inter. 1952; Nagpur Inter. 1951).

(i) Incised Meanders.

(Banaras B A and B Sc. 1950 and 1952, I. A S. Compet 1953; Agra M.A. 1950)

(j) Recession of waterfalls.

(I.A.S. Compet 1953; Agra M.A. 1950).

(k) Alluvial fan. (Allahabad M. A. 1953).

(l) River Terraces.

(Allahabad M. A. 1951 and 1952).

षष्ठम् परिच्छेद प्रवाह व्यवस्थायें

(DRAINAGE SYSTEMS)

प्रवाह व्यवस्था के कुछ प्रमुख प्रकार निम्नोक्त हैं —

- (१) अनुगामी प्रवाह (Consequent Drainage)
- (२) उत्तरगामी प्रवाह (Subsequent Drainage)
- (३) विपरीतगामी प्रवाह (Obsequent Drainage)
- (४) पूर्वगामी प्रवाह (Antecedent Drainage)
- (५) अध्यारोपित प्रवाह (Super-imposed Drainage)
- (६) वृक्षाकार प्रवाह (Dendritic or Insequent Drainage)
- (७) समदिश प्रवाह (Trellis Drainage)
- (८) त्रिज्यात्मक प्रवाह (Radial Drainage)
- (९) अन्तर्देशीय प्रवाह (Inland Drainage)
- (१०) भूमिगत प्रवाह (Underground Drainage)

१ अनुगामी नदियाँ (Consequent Streams)

समुद्र के गर्भ से जब धरातल का कोई भाग ऊपर उठकर आ जाता है, तब उसमें सर्वप्रथम जो प्रवाह-व्यवस्था स्थापित होती है, उसकी नदियाँ ढाल के अनुरूप बहती हैं। इन्हें हम अनुगामी नदियाँ कहते हैं, क्योंकि इनका पथ आरम्भिक स्थल की दशाओं का अनुगमन करता है।

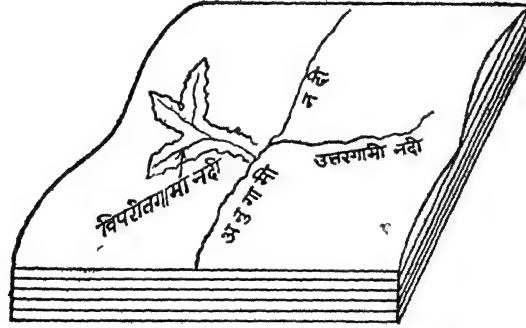
२ उत्तरगामी नदियाँ (Subsequent Streams)

अनुगामी नदी की उन सहायक नदियों को जो ढाल के प्रति प्रायः समकोण बनाती हुई बहती हैं, हम उत्तरगामी नदी कहते हैं। इनका नाम उत्तरगामी इसलिए पड़ा कि ये बाद में अस्तित्व में आती हैं।

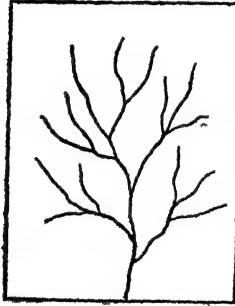
३ विपरीतगामी नदियाँ (Obsequent Streams)

उत्तरगामी नदियों की उक्त सहायक नदियों को जो आरम्भिक अनु-

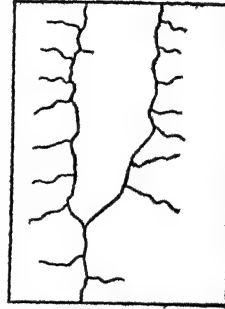
चित्र ४३- प्रवाह - व्यवस्थायें



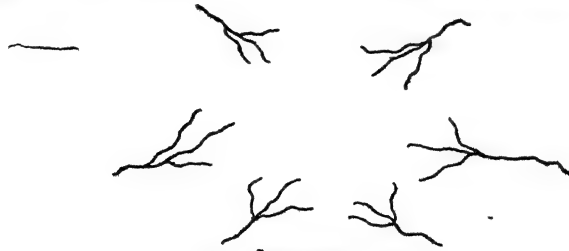
(क) अनुगामी उत्तरगामी तथा विपरीतगामी प्रवाह



(ख) वृक्षाकार प्रवाह



(ग) समदिश प्रवाह



(घ) त्रिज्यात्मक प्रवाह

गामी नदियों की विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है, हम विपरीत गामी नदी कहते हैं।

(४) पूर्वगामी नदियाँ

(Antecedent Streams*)

ऐसी नदी को जिसके पथ पर बाधक के रूप में पर्वत का उदय होता है, किन्तु फिर भी वह अपने पथ को पूर्ववत् स्थिर रखती है, हम पूर्वगामी नदी (Antecedent Stream) कहते हैं। यह बात कठिनता से समझ में आती है कि पर्वत के उदित हो जाने पर भी नदी अपना प्रवाह-पथ स्थिर रख सकती है, किन्तु यह असम्भव नहीं है। पर्वत धीरे-धीरे ऊपर उठते हैं। यदि पर्वत के ऊपर उठने का वेग (Speed) और नदी द्वारा सम्पन्न कटाव का वेग समान हो तो नदी के प्रवाह में पर्वत के ऊपर उठ आने से कोई बाधा न पहुँचेगी। सिन्ध, ब्रह्मपुत्र, सतलज आदि नदियाँ इसी प्रकार की नदियाँ हैं। जब हिमालय पर्वत अस्तित्व में न आया था, तब भी ये नदियाँ वर्तमान हिमालय के उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती थी। हिमालय पर्वत उठकर अस्तित्व में आ गया किन्तु इनके प्रवाह-पथ यथावत् बने रहे। इसका कारण यह था कि हिमालय जितना ऊपर उठता था ये नदियाँ उसी मात्रा में उसे काट देती थी। इसका प्रमाण यह है कि जहाँ ये नदियाँ हिमालय को पार करती हैं, वहाँ इनकी घाटियों के पार्श्व मीलों ऊँची ओर प्रायः लम्बवत् भित्तियों से बने हैं।

(५) अध्यारोपित नदियाँ

(Super imposed Rivers)

अदि कोई नदी किसी प्रकार के निक्षेप से पूर्णतः दब जाती है और फिर कालान्तर में निक्षेप के ऊपर नवीन नदी बहने लगती है, तब ~~नवीन~~ नवीन नदी को हम अध्यारोपित नदी (Super-imposed Stream) कहते हैं, क्योंकि उसकी स्थापना प्राचीन नदी के ऊपर हुई है। अध्यारोपण अनेक रीतियों से होता है—उदाहरण के लिये कभी-कभी आग्नेय-क्रिया^१ से निकला हुआ लावा नदियों को पाट देता है। कालान्तर में जब लावा-निक्षेप के ऊपर नवीन प्रवाह-व्यवस्था स्थापित होती है, तब लावा से दबी हुई नदियों के ऊपर नवीन नदियाँ बहने लगती हैं। इसी प्रकार हिमानीजन्य एवं सागरीय निक्षेपों से अध्यारोपण संभव है।

६ वृक्षाकार नदियाँ (Insequent or Dendritic Streams)

ऐसे क्षेत्रों में जिनका निर्माण एक ही प्रकार की शिलाओं और मिट्टियों से होता है (उदाहरण के लिये कण्ठम (Granite) के क्षेत्र में) नदी के प्रवाह के पथ में सरचना में कोई बाधा नहीं पहुँचती। ऐसे प्रदेश में प्रवाहित होने वाली मुख्य नदी वृक्ष के तने के सदृश प्रतीत होती है, और उसकी सहायक नदियाँ डालियों की भाँति। चित्र ४३ ख से यह कथन स्पष्ट होगा। ऐसी प्रवाह व्यवस्था को हम वृक्षाकार प्रवाह व्यवस्था (Dendritic Drainage System) कहते हैं।

७ समदिश नदियाँ (Trellis Streams)

यह प्रवाह-व्यवस्था उन क्षेत्रों में विकसित होती है, जहाँ कठोर और मृदुल दोनों प्रकार के शिलास्तर धरातल में एकान्तर पर पाये जाते हैं। मृदुल शिलायें सरलता से घिस जाती हैं, किन्तु कठोर शिलायें ऊपर उठी रहती हैं। इस प्रकार मृदुल शिलास्तरों में घाटियाँ बन जाती हैं और कठोर शिलास्तर जल विभाजक के रूप में खड़े रहते हैं। स्पष्ट है कि ऐसे क्षेत्र में प्रवाहित होने वाली नदियाँ परस्पर समानान्तर होंगी। इन्हें हम समदिश नदियाँ (Trellis Streams) कहते हैं।

८ त्रिज्यात्मक नदियाँ (Radial Streams)

जब भौमिकीय रचना गुम्बदाकार (Dome like) होती है, तब नदियाँ चारों दिशाओं में वृत्त की त्रिज्याओं के सदृश प्रवाहित होती हैं। ऐसी प्रवाह व्यवस्था को हम त्रिज्यात्मक प्रवाह-व्यवस्था कहते हैं।

९ अन्तर्देशीय नदियाँ (Inland Streams)

जब किसी क्षेत्र में प्रवाहित होने वाली मुख्य और सहायक नदियाँ समुद्र तक पहुँचने में असमर्थ होती हैं और वे किसी ऐसी झील में गिरती हैं, जिसका समुद्र से कोई सम्बन्ध नहीं होता, तब हम उन्हें अन्तर्देशीय नदियाँ (Inland Streams) कहते हैं और उस क्षेत्र को अन्तर्देशीय प्रवाह-क्षेत्र (Inland-Drainage Area) कहते हैं।

१० भूमिगत नदियाँ (Underground Streams)

चूने के पत्थर के प्रदेशों में भूपृष्ठ के नीचे पूर्ण प्रवाह-व्यवस्थाएँ पाई गई हैं। यही भूमिगत-प्रवाह है। ये नदियाँ वे सभी कार्य करती हैं, जो धरातल की

नदियाँ करती हैं। इनकी विस्तृत विवेचना 'कास्ट भूदृश्य' (Karst Landscape.) के प्रकरण में की गई है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1. 'As the Indus passes through Gilgit in Kashmir, the river itself is only 3,000 feet above its delta, but the precipitous walls by which it is confined rise to heights of nearly 20,000 feet' How do you account for this fact? Discuss fully with the help of diagrams. (Agra M. A. 1948).

2. Write notes on—

(a) Super-imposed Drainage

(Agra B. A. 1952, U. P. Inter. 1945, Allahabad M. A. 1951 and 1952).

(b) Antecedent Drainage.

(Agra B. A. Part 1, 1955; U. P. Inter. 1945; Lucknow M. Sc. Geol. 1948 & '52; Banaras B. A. & B. Sc. 1949, '51 & '53).

(c) Radial Drainage (U. P. Inter. 1946).

(d) Obsequent Streams. (Agra M. A. 1950).

सप्तम् परिच्छेद
हिमनदियाँ और उनका कार्य
(GLACIERS AND GLACIATION)

१. हिमनदी की परिभाषा

हिमनदी (Glacier) हिम (Ice) एवं शीन (Snow) के



चित्र ४४—प्रातिनूतन हिमयुग में उत्तरी अमरीका का हिमवरण
मिश्रण का प्रवाह है। यह गुरुत्वाकर्षण (Gravity) के कारण प्रवाहित
होती है। इसकी तुलना गाढ़े द्रव के प्रवाह से की जा सकती है।

भूगोल में हिम-नदियों के अध्ययन का विशेष महत्व है। वर्तमान हिम-नदियों और उनकी क्रियाओं के विवेचन-विश्लेषण से तथा पूर्वकालीन हिम-नदियों के अवलोकन-अध्ययन से यह निष्कर्ष निकाला गया है कि पृथ्वी के इतिहास में अनेक बार हिम-युग हुए हैं अर्थात् विशेष विशेष युगों में भूपृष्ठ के भाग-विशेष हिम से आच्छादित थे। चित्र ४४ में प्रातिनूतन (Pleistocene) हिमयुग में उत्तरी अमेरिका का हिमावरण प्रदर्शित किया गया है। भूसेद्धान्तिकी में हिमयुगों के कारणों पर प्रकाश डाला गया है।

२ हिम-नदी की उत्पत्ति

हिमनदी के निर्माण के लिये निम्नलिखित दशाओं की पूर्ति आवश्यक है —

(१) शीतऋतु में हिमवृष्टि (Snowfall) प्रचुर परिमाण में होना चाहिये।

(२) हिमनदी के उद्गम के स्थल का तापक्रम इतना कम होना चाहिये कि वाष्पीकरण न हो सके। तापमान के कम होने के लिये निम्नलिखित दो दशाओं में से कम से कम एक आवश्यक है —

(i) वह ध्रुवीय प्रदेश में स्थित हो।

(ii) वह बहुत ऊँचाई पर स्थित हो।

(३) धरातल की आकृति ऐसी होनी चाहिये कि उसमें हिम का चिपिट-निक्षेप (Flat Deposition) हो सके।

३ हिमनदियों की संरचना

हिम नदियों की हिम (Ice) शीन (Snow) से बनती है। पर्वतों पर हिम-रेखा के ऊपर शीन शुष्क एवं चूर्ण अवस्था में गिरती है। इसका कारण यह है कि उसका तापक्रम हिमॉक (Freezing point) से बहुत कम होता है। ग्रीष्म ऋतु में सौरताप से पृष्ठ की शीन का कुछ भाग पिघल जाता है और इस प्रकार अस्तित्व में आया हुआ जल नीचे च्यवित होता है। यह जल नीचे की वायु को हटा देता है, जिससे बुलबुले बन जाते हैं। तापक्रम के घट जाने से यह जल दुबारा घनीभूत होता है। पानी के दुबारा जमने से जो नवीन पदार्थ बनता है, उसके लिये अंग्रेजी या हिन्दी भाषा में कोई उपयुक्त शब्द नहीं है। फ्रांसीसी भाषा में उसे 'नेवे' (Neve) कहते हैं। अन्य शब्दों में नेवे शीन और हिम के बीच की अवस्था है। बुलबुलों के बाहुल्य से नेवे अपारदर्शक (Opaque) हो जाता है। निरन्तर हिमवृष्टि से ऊपर का भार

बढ़ता रहता है। वृहद् भार के कारण वायु का बहुत सा भाग बाहर निकल जाता है। इस प्रकार नेवे हिम (Ice) में परिणत हो जाती है।

४ हिमधाव (Avalanche)

ये शीन के विशालकाय पिण्ड होते हैं, जो गिरि-शिखरो से बड़े वेग के साथ नीचे लुढ़कते हैं। इनके कारण वायु-भार में अचानक परिवर्तन हो जाते हैं, जिससे तूफान आ जाते हैं। शीतकाल के हिमधाव (Avalanches) शुष्क एवं चूर्ण शीन से बने होते हैं। इनसे हानि अपेक्षाकृत कम होती है, किन्तु जब हिम पिघलती है और हिमधाव में जल की मात्रा होती है तब उसके साथ शिलाओं और मिट्टी का बहुत सा भाग प्रवाहित होता है, जिससे उसके पथ में पड़ने वाले

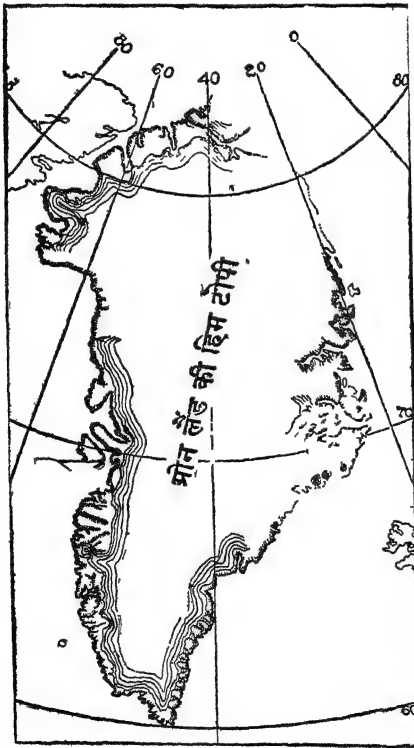
समस्त पदार्थ—मकान, पेड़-पौधे आदि सभी कुछ नष्ट-भ्रष्ट हो जाते हैं। हिमधाव केवल ऊँचे पर्वतों में पाये जाते हैं।

५ हिमनदियों का

वर्गीकरण

भौगोलिक दृष्टि से हिम नदियों के तीन मुख्य भेद हैं —

(१) घाटीवाली हिम नदियाँ (Valley Glaciers)—इन्हे पर्वत अथवा आल्प्स हिमनदी (Mountain or Alps Glacier) भी कहते हैं, क्योंकि ये पर्वतों पर पाई जाती हैं और आल्प्स पर्वत में इनका विशेष अध्ययन हुआ है। जैसा कि इनके नाम से प्रकट है, ये पर्वतीय क्षेत्रों में पाई जाती हैं और पूर्व निर्मित घाटियों में होकर बहती हैं। इनके प्रवाह का कारण

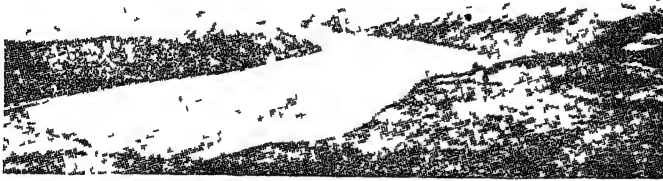


चित्र ४५—ग्रीनलैंड की हिमटोपी

गुरुत्वाकर्षण (Gravity) ही है। चित्र ४५ और ४६ में घाटी वाली हिमनदियाँ प्रदर्शित की गई हैं।

(२) हिमस्तर (Ice-sheet) अथवा हिम-टोपी (Ice-cap) हिम के उस विस्तृत एवं मोटे आवरण को जो किसी विशाल क्षेत्र को ढक लेती है, हिम-स्तर अथवा हिमटोपी कहते हैं। हमें यह ज्ञात है कि अण्टार्क्टिका महाद्वीप के ऊपर हिम का मोटा आवरण है। स्थलखण्ड को तो यह ढके हुए है ही, जल में भी इसका विस्तार है। इसका क्षेत्रफल लगभग ५० लाख वर्गमील है। ग्रीनलैण्ड की हिमटोपी का विस्तार ७ लाख वर्गमील है और बीच में इसकी मोटाई ८००० फुट से भी अधिक है।

(३) पर्वतपदीय हिमनदी (Piedmont Glacier)—ये हिम नदियाँ पर्वतों के पदों पर स्थित मैदानों में बन जाती हैं। ऊपर से नीचे की ओर बहने वाले दो अथवा अधिक हिम प्रवाहों के सम्मिलन से इनका



चित्र ४७—मलासपीना हिमनदी

निर्माण होता है। अलास्का में ये बहुत पाई जाती हैं। इस सम्बन्ध में मलासपीना नामक हिमनदी विशेष उल्लेखनीय है। इसका क्षेत्रफल लगभग १५०० वर्ग मील है।

६ हिमनदी के प्रवाह का वेग

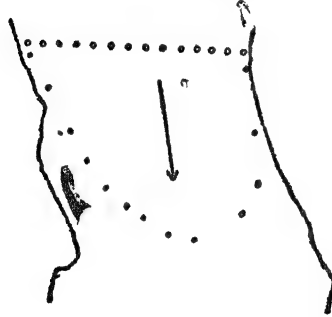
हिमनदी का गति-वेग निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है—

(१) प्रवाहित होने वाली हिम की मोटाई—हिम जितनी अधिक मोटी होगी, प्रवाह का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(२) धरातल की आकृति—यह तो स्पष्ट ही है कि धरातल जितना ही चिकना होगा, प्रवाह-वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(३) धरातल का ढाल—यह भी स्वाभाविक है, कि धरातल जितना अधिक ढालू होगा, हिम-नदी का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(४) हिम नदी में विद्यमान जल की मात्रा—हम जानते हैं कि हिम जल में तैरती है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि हिम की अपेक्षा जल का घनत्व अधिक होता है। अतएव जल के विद्यमान होने से हिमनदी का भार बढ़ जाता है, जिससे गुरुत्वाकर्षण भी बढ़ जाता है। अन्य शब्दों में हिमनदी में जल की मात्रा जितनी अधिक होगी, उसका प्रवाह-वेग भी उतना ही अधिक होगा।



चित्र ४८—हिमानी की गति

(५) तापक्रम—विशेष सीमाओं के अन्दर तापक्रम जितना अधिक होगा, हिमनदी का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(६) हिमनदी के ऊपरी पृष्ठ की आकृति—हिमनदी का ऊपरी पृष्ठ जितना अधिक झुका होता है, हिमनदी का गति-वेग उतना ही अधिक होता है।

जब कोई हिमनदी घाटी में होकर बहती है, तब उसके पार्श्वों और नितल पर घाटी सस्पर्श करती है जिससे वहाँ घर्षण (Friction) उत्पन्न हो जाता है। यह घर्षण हिमनदी की गति के विपरीत दिशा में कार्य करता है। फल यह होता है कि हिमनदी के पार्श्वों और नितल में गति मन्द हो जाती है किन्तु मध्यवर्ती भाग में वह यथावत् बनी रहती है, जिससे हिमनदी के अग्रभाग में 'जिह्वा' निकल आती है। चित्र ४८ से यह कथन स्पष्ट होगा।

जे० डी० फोर्बेज ने यह ज्ञात किया कि ग्रीष्म एवं शरद ऋतु में फ्रांस की मेर डे ग्लेस नामक हिमनदी का गतिवेग मध्य में प्रति दिन २० से २७ इंच था और पार्श्वों में १३ से १९½ इंच।

७ हिमविदर तथा हिमपात

(Crevasse and icefalls)

यदि हिमनदी की घाटी सर्वत्र एकरूप (Uniform) हो अर्थात् वह सभी भागों में समान रूप से चौड़ी हो, उसका नितल चिकना-चपाट हो और उसका ढाल मन्द एवं नियमित हो, तो उसकी हिम टूटती नहीं है। इसके विप-

रीत यदि ढाल अकस्मात् प्रपाती हो जाता है अथवा घाटी यकायक सकरी हो जाती है, तो उससे हिमनदी का गतिवेग प्रभावित होता है, जिससे उसकी हिम खड्डि हो जाती है।



चित्र ४९—हिमविदर एवं हिमपात

उदाहरण के लिये, यदि किसी मन्द प्रवण (Gentle Slope) वाली घाटी का ढाल अचानक प्रपाती हो जाता है तो उसमें प्रवाहित होने वाली हिमनदी को, ढाल के आकस्मिक परिवर्तन के कारण, बड़ी जोर का झटका लगता है, जिससे उसमें लम्बवत् विदर उत्पन्न हो जाते हैं। इन विदरों को हम हिमविदर (Crevasses) कहते हैं और खण्डित हिमानी के टुकड़ों को हिमपात (Ice-fall)। यदि आगे चलकर ढाल पुनः मन्द हो जाता है, तो हिमानी के खण्ड पुनः परस्पर चिपक जाते हैं और विदर बन्द हो जाते हैं।

८ हिमनदी का भौगोलिक कार्य

(१) अपक्षरण

नदी की भाँति हिमनदी के अपक्षरण की मात्रा भी निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है—(१)

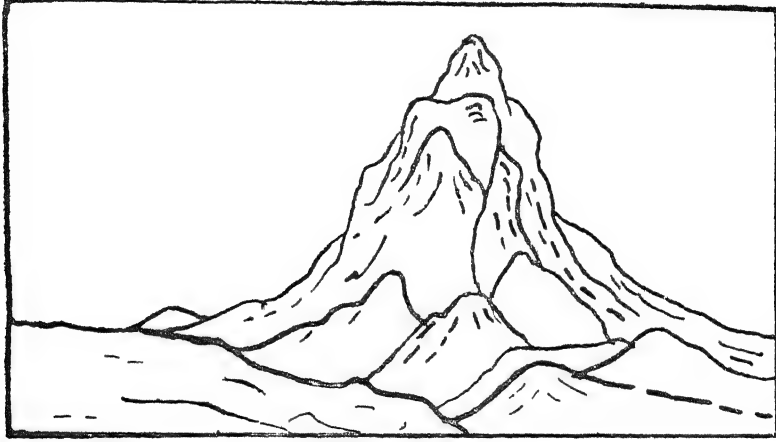
धरातल की प्रकृति अर्थात् उसका चिकना अथवा खुरदरा होना (२) नितल की शिलाओं की संरचना एवं कठोरता (३) ढाल की मात्रा (४) प्रवाह का वेग आदि। नदी और हिमनदी में अपक्षरण सम्बन्धी एक उल्लेखनीय अन्तर यह है कि नदी के अपक्षरण की मात्रा उसमें विद्यमान जल के आयतन के अनुसार होती है और हिमनदी के अपक्षरण की मात्रा उसकी हिम की मोटाई के अनुसार होती है।



चित्र ५०—गह्वरा (Cirque)

हिमनदी के अपक्षरण के सम्बन्ध में निम्नलिखित विशिष्ट शब्दों का ज्ञान आवश्यक है—

(१) गह्वरा (Cirque or Corrie)—ये आरामकुर्सी की आकृति के गड्ढे होते हैं जो घाटियों के शीर्ष पर स्थित होते हैं। इनमें हिमनदियों का जन्म और पालनपोषण होता है। जिस प्रकार भूदोणी (Geo-syncline) को पर्वतों का पलना कहा जाता है, उसी प्रकार इन्हें भी हिमानी का पलना कहा जा सकता है।



चित्र ५१—शृंग (Horn)

(२) शृंग (Horn)—जब तीन अथवा अधिक हिमनदियाँ अपने शीर्षों की दिशा में अपक्षरण (Headward Erosion) करती हैं, तो उनकी गह्वरायें (Cirques) परस्पर मिल जाती हैं। इस प्रकार प्रपाती एवं नुकीली चोटियाँ अस्तित्व में आ जाती हैं, जिन्हें हम शृंग (Horn) कहते हैं। दक्षिणी आल्प्स में इस प्रकार की एक चोटी पाई जाती है, जिसका नाम मैटरहॉर्न (Matterhorn) है। इसी शब्द के आधार पर 'Horn' (शृंग) शब्द बना है। हिमालय प्रदेश में बद्रीनाथ के मंदिर के पास शिवलिंग का शिखर भी इसी आकृति का है।

(३) हिमस्था (Nunatak)—उन शिलाखण्डों को कहते हैं, जो चारों ओर से हिम से घिरे रहते हैं। बहुधा ये दो हिमनदियों अथवा हिमटोपियों



चित्र ५२—हिमस्था (Nunatak)

के दो खण्डों के बीच में स्थित होते हैं। हिम के विस्तृत क्षेत्र में ये द्वीप सदृश प्रतीत होते हैं। हिमनदियों के पार्श्विक अपक्षरण से ये क्षीण होते रहते हैं। इसके अतिरिक्त पाला एवं हिमधाव भी इनका विनाश करते रहते हैं। कालान्तर में केवल सकीर्ण टोले शेष रह जाते हैं।

(४) भीम सोपान (Cyclopean Stairs or Giant's Stairways) घाटीवाली हिमनदियों से प्रभावित क्षेत्रों में कभी-कभी सीढ़ियों जैसी भौम्याकृति पाई जाती है। ये सीढ़ियाँ घाटी की समस्त चौड़ाई में फैली रहती हैं और इनकी ऊँचाई १०० से लेकर १००० फुट तक पाई जाती है। बहुधा उत्तलो के ऊपरी धरातल पर अनियमित गड्ढे पाये जाते हैं। ये सीढ़ियाँ दो

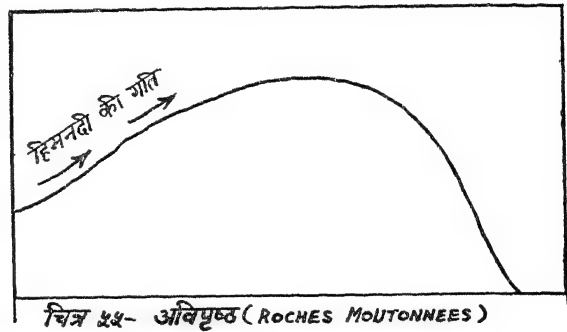


चित्र ५३—भीम सोपान

कारणों से बन जाती है—(१) विभगन (Faulting) के कारण तथा (२) शिलाओं की संरचना के विभेदन के कारण।

(५) सरेखाये (Striae)—हिमनदी के निचले भाग में बहुत से शिलाखण्ड फसकर चिपक जाते हैं। जब हिमनदी प्रवाहित होती है तब ये धरातल को खुरचते चलते हैं। इस प्रकार खरोच द्वारा भूपृष्ठ पर समानान्तर रेखाये बन जाती हैं, जिन्हें हम सरेखाये (Striae) कहते हैं। स्पष्ट है, कि इनकी दिशा हिमानी-प्रवाह के अनुरूप होती है।

(६) अविपृष्ठ (Roches Moutonnees)—जब हिमनदी के पथ

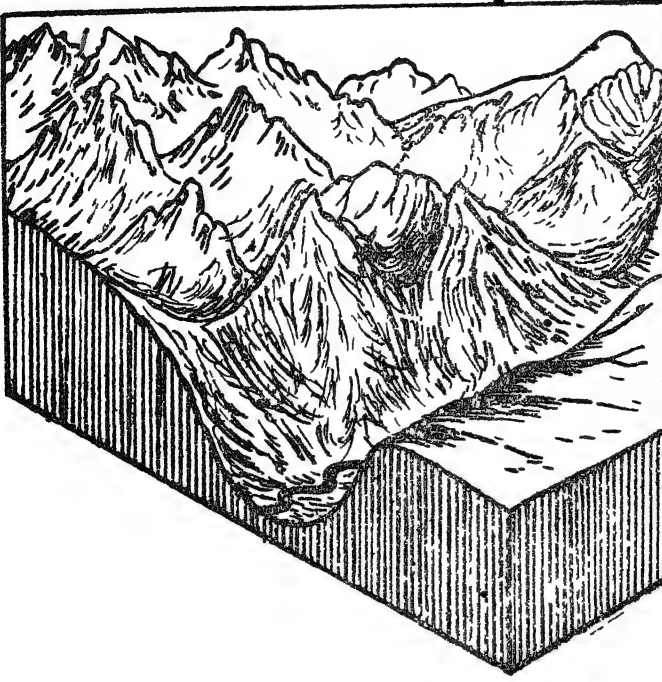


चित्र ५५- अविपृष्ठ (ROCHES MOUTONNEES)

में कोई बृहद् शिलाखण्ड अथवा टीला पड़ता है, तो उसके प्रवाह से उस शिलाखण्ड अथवा टीले के पिछले भाग का ढाल मन्द पड़ जाता है किन्तु अगले भाग का ढाल यथावत् प्रपाती बना रहता है। पिछले ढाल का धरातल हिमानी-प्रवाह से चिकना हो जाता है और उसमें सरेखाये (Striae) बन जाती हैं। इस प्रकार के हिमानी अपक्षरित टीले को हम अविपृष्ठ (Roches Moutonnees) कहते हैं।

(७) लम्बित घाटियाँ (Hanging Valleys)—जब कोई सहायक हिमनदी किसी मुख्य हिमनदी में मिलती है, तब उसका नितल मुख्य हिमनदी की अपेक्षा ऊँचा रहता है। इस प्रकार लम्बित घाटियाँ (Hanging-Valleys) अस्तित्व में आ जाती हैं।

(८) फियर्ड (Fiord)—ये समुद्र तट पर पाई जाने वाली ऐसी घाटियाँ हैं, जिनका निर्माण नदी के अपक्षरण अथवा विभगन (Faulting) आदि किसी भी रीति से हो सकता है किन्तु बाद में हिमनदियों के अपक्षरण से



चित्र ५६—हिमनदी की घाटी

वे U आकृति ग्रहण करलेती है और अन्त में जलमग्न हो जाती है। चित्र ५७ में नार्वे के फियर्ड (Fiords) प्रदर्शित किये गये हैं।

(२) परिवहन

(Transportation)

जब हिमनदी बहती है, तब वह अपने साथ मिट्टी, पत्थर आदि बहुत से पदार्थ परिवहन करती है। हिमनदी द्वारा परिवहनित पदार्थ को हम 'हिमोड' चित्र ५७—नार्वे के फियर्ड



(Moraine) कहते हैं। यह पाँच प्रकार का होता है —

(१) पार्श्विक हिमोड (Lateral Moraine) — हिमनदियों के



पार्श्वों के अनुरूप जो पदार्थ परिवहित ओर एकत्रित होता रहता है, उसे हम पार्श्विक हिमोड (Lateral Moraine) कहते हैं।

(२) मध्यवर्ती हिमोड (Medial Moraine) — जब दो हिमनदियों का सगम होता है तब उनके

पार्श्विक हिमोड उनके पथों के मध्य में परस्पर मिल जाते हैं, जिसे हम मध्यवर्ती हिमोड (Medial Moraine) कहते हैं। चित्र ५८ से यह कथन स्पष्ट होगा। प्रकट है, कि पार्श्विक हिमोड को ही विशेष परिस्थिति में मध्यवर्ती हिमोड कहते हैं।

चित्र ५८—पार्श्विक, मध्य यव एन्त्य हिमोड

(३) अन्त्य हिमोड — (Terminal Moraine) — हिमनदी के पिघलकर नष्ट हो जाने पर जो परिवहित पदार्थ उसके पथ के अन्त में एकत्र हो जाता है, उसे हम अन्त्य हिमोड (Terminal Moraine) कहते हैं।

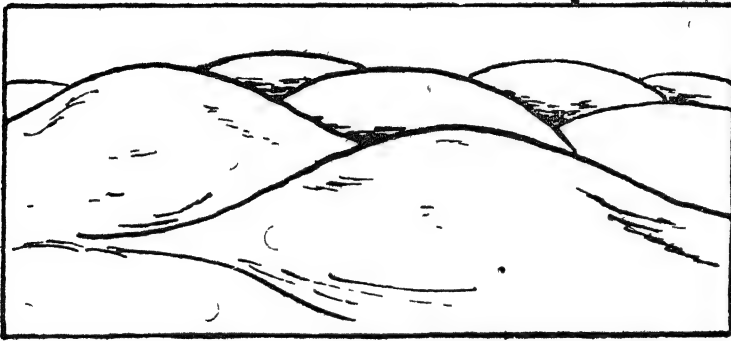
(४) भूमि हिमोड (Ground Moraine) — हिमनदी के नितल में मिट्टी एवं शिलातत्व फस जाते हैं और हिमनदी के साथ-साथ वे भी घिसटते रहते हैं। प्रत्येक हिमनदी अपने साथ शिलातत्व की एक निश्चित मात्रा ही परिवहित कर सकती है, उससे अधिक नहीं। यदि शिलातत्व की मात्रा अधिक हो जाती है, तो अतिरिक्त शिलातत्व छूट जाते हैं और जब उनके ऊपर से

हिम नदी प्रवाहित होती है, तब वे पिसकर चूर्ण हो जाते हैं। इस प्रकार 'अस्तित्व' में आये हुए हिमोढ़ को हम 'भूमि-हिमोढ़' (Ground Moraine) कहते हैं।

(३) निक्षेपण अथवा संचयन

हिमनदी द्वारा सम्पन्न निक्षेपण के कुछ प्रमुख रूप निम्नलिखित हैं —

(१) गण्डमृद (Till) — हिमनदियों द्वारा सन्निहित शिलाओं के छोटे-छोटे टुकड़ों के निक्षेप को गण्डमृद (Till) कहते हैं। इनमें स्तर नहीं होते।

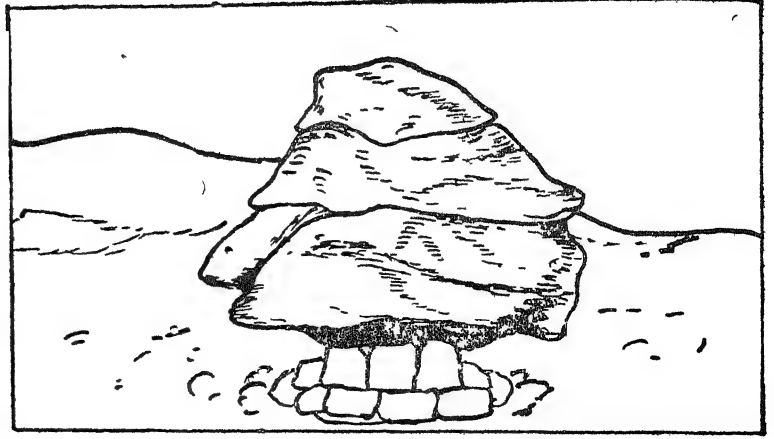


चित्र ५९—दीर्घ-कूटिकाये (Drumlins)

(२) गण्डमृदाश्म (Tillite) — भूगर्भशास्त्र की दृष्टि से प्राचीन गण्डमृद (Till) को जिसकी शिलायें सघनित और ससाद्रित हो जाती हैं, गण्डमृदाश्म (Tillite) कहते हैं।

(३) दीर्घकूटिका (Drumlin) — उल्टी नाव की आकृति के हिमानी-निक्षेप को दीर्घकूटिका (Drumlin) कहते हैं। इनकी दीर्घ-अक्ष (Larger axis) हिमनदी की गति के समानान्तर होती है। इनमें स्तर नहीं पाये जाते। इनका निर्माण अधिकांशतः मृत्तिका (Clay) द्वारा होता है। बहुधा इनके समूह के समूह पाये जाते हैं।

(४) उखा-हिमोढ़ (Kettle Moraine) — उखली की आकृति के गड्ढों में भरे हुए हिमानी-निक्षेप को उखा-हिमोढ़ कहते हैं।

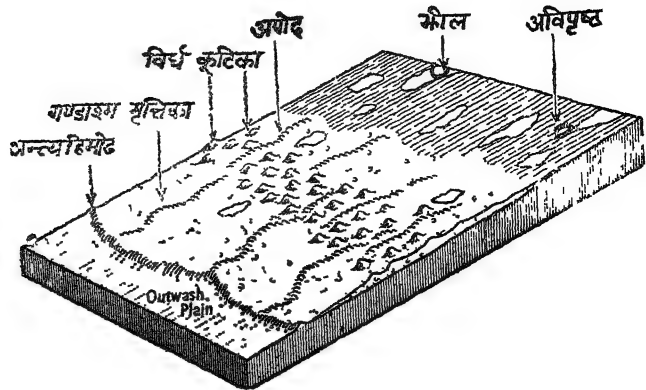


चित्र ६०—अपोढ (Erratic)

(५) अपोढ (Erratic)—हिमानी-अपक्षरण से खण्डित हुई शिलाओं के विशालकाय टुकड़े कभी-कभी सैकड़ों मील स्थानान्तरित हो जाते हैं। इन्हें हम अपोढ (Erratics) कहते हैं।

९ हिमानी द्वारा प्रभावित क्षेत्र (Glaciated Regions)

हिमनदी के अपक्षरण, परिवाहन और निक्षेपण के अध्ययन के अनन्तर हिमानी द्वारा प्रभावित क्षेत्र का वर्णन करना बड़ा सरल कार्य हो जाता है।



चित्र ६१—हिमानी द्वारा प्रभावित क्षेत्र

वास्तव में ऐसे प्रदेश में वे सभी विशेषताएँ मिलेंगी, जिनका ऊपर उल्लेख हो चुका है ।

१० नदी-हिम्य निक्षेप

(Fluvio-glacial Deposits)

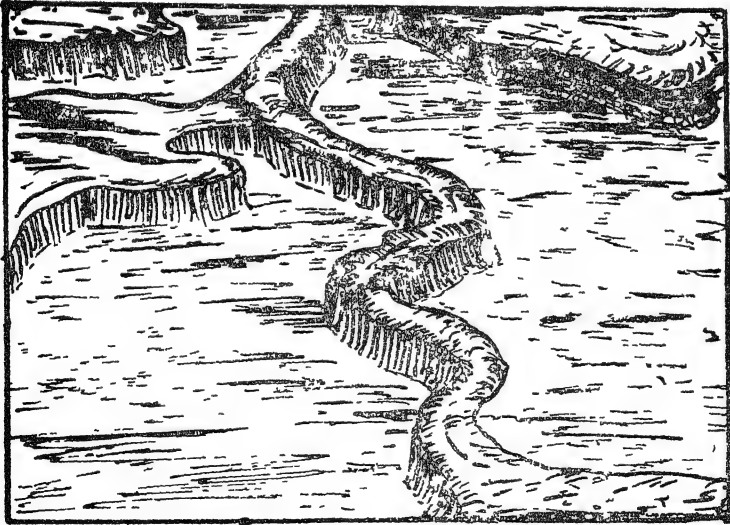
हिम-नदियों द्वारा दो प्रकार के निक्षेप बनते हैं —

(क) हिमानी निक्षेप (Glacial Deposits)—ये स्वयं हिमनदी के निक्षेप होते हैं। इनका वर्णन पूर्व में हो चुका है।

(ख) नदी हिम्य निक्षेप (Fluvio glacial Deposits)—ये हिम-नदियों के अन्दर बहने वाली नदियों के निक्षेप होते हैं।

नदी निक्षेप के कुछ प्रमुख रूप निम्नलिखित हैं —

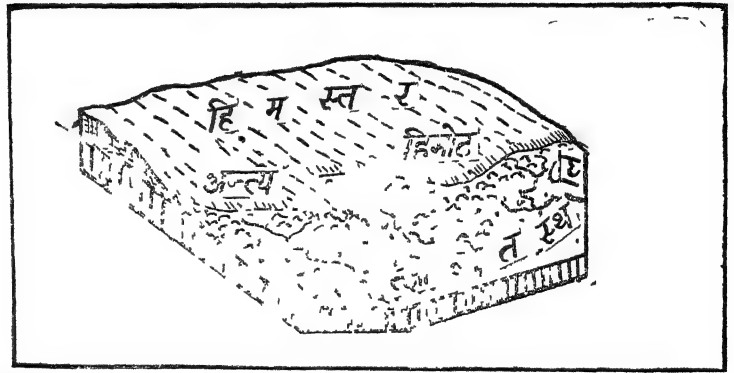
(१) कटिका (Esker)—जैसा कि चित्र ६२ से स्पष्ट है, ये लम्बे, सकरे, घुमावदार बाँध होते हैं। इनकी रचना अधिकांशतः रेत और ककर (Gravel) से होती है। आयरलैण्ड की भाषा में (Esker) का अर्थ पथ होता है। हिमनदी द्वारा प्रभावित प्रदेश प्रायः विषम और दलदली होते हैं। ऐसे प्रदेशों में कटिका (Esker) ही आवागमन के साधन होते



चित्र ६२—कटिका (Esker)

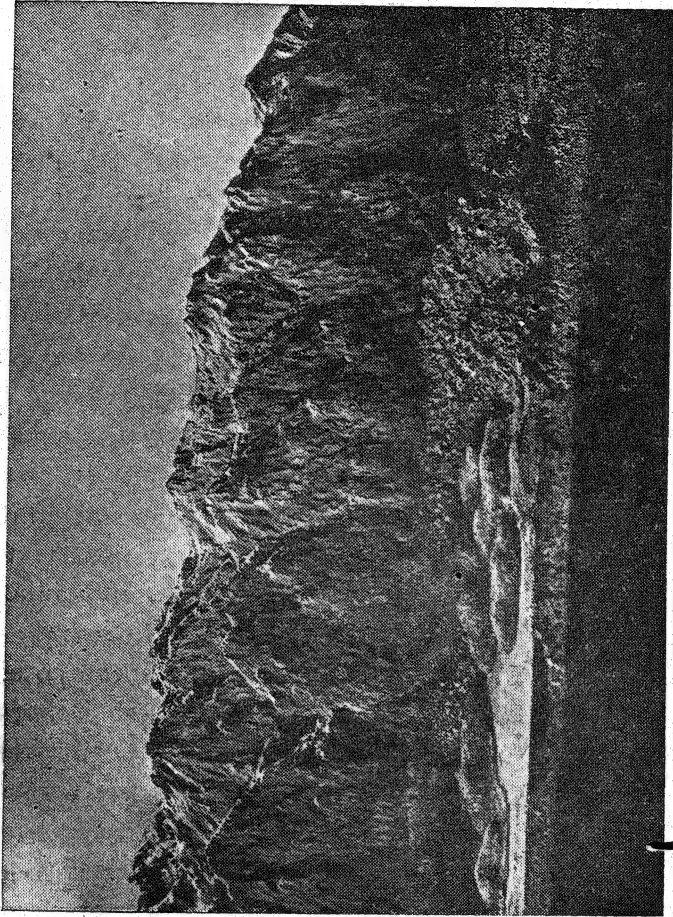
हैं। अतएव इनका नाम Esker बड़ा सार्थक है। इनकी ऊँचाई कम अर्थात् कुछ सौ फुट ही होती है, किन्तु इनकी लम्बाई ५ मील से लेकर २० मील तक पाई गई है। ढाल के अकस्मात् मन्द हो जाने से हिमानी के निचले भाग में प्रवाहित होने वाली नदी के पदार्थ निक्षेपित हो जाते हैं और कूटिका का रूप ग्रहण कर लेते हैं।

(२) ककतगिरि (Kames)—ये गोलाकार पहाड़ियाँ होती हैं। इनके किनारे ढालू होते हैं। इनकी रचना पार्श्विक एव भूमि हिमोढ से होती है। बहुधा ये निक्षेप अध-हिमानीसरिताओं (Sub-glacial Streams) के निकास (Outlet) पर बन जाते हैं। इनकी संरचना मुख्यतः रेत और ककर से होती है।



चित्र ६३—उत्क्षालित स्थली (Outwash Plain)

(३) उत्क्षालित स्थली (Outwash Plains)—हिमनदी की हिम के पिघलने से बहुत सी नदियाँ अस्तित्व में आ जाती हैं। इन नदियों के कछारी मैदान (Alluvial Plain) को हम उत्क्षालित स्थली कहते हैं। इनकी रचना में अन्त्य-हिमोढ का कुछ भाग रहता है, जो विस्तृत क्षेत्र में फैल जाता है। शिलाओं के सूक्ष्म कण आगे बढ़ जाते हैं और अपेक्षाकृत स्थूल टुकड़े हिम के निकट रह जाते हैं।



चित्र ६४--कंकतगिरि (Kam)

११ भारतवर्ष में पूर्वकालीन हिमयुग

भारतवर्ष में कम से कम तीन हिमयुगों के स्पष्ट प्रमाण मिलते हैं :—

१ धारवार युग

दक्षिणी भारत में पाये जाने वाले कालड्रग संपिण्ड (Kaldrug Conglomerate) के अष्टीलाओं (Pebbles) में बने हुए खुरच के चिन्ह, हिमनदी की क्रिया के सबसे प्राचीन प्रमाण हैं। आर० बी० फुट के अनुसार ये धारवार युग के हैं।

२ गोण्डवाना युग

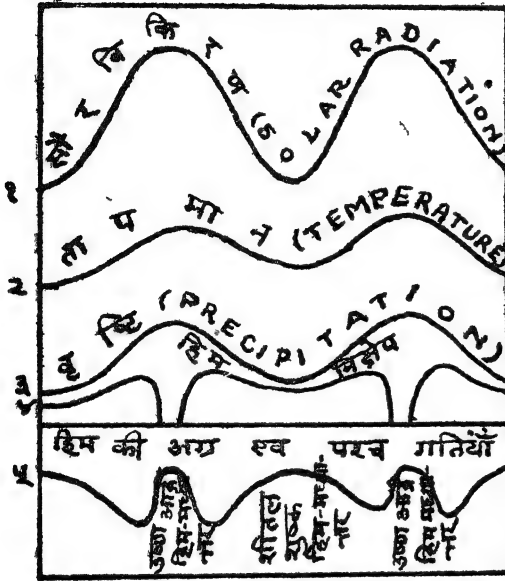
फिर उड़ीसा की तलचीर शिलाओ (Talchir beds) में जो निम्न गोण्डवाना युग (Lower Gondwana Period) की है हिमानी के चिह्न मिलते हैं। इनके निचले भागों में गण्डाश्म के स्तर (Boulder beds) पाये जाते हैं, जो हिमयुग का अकाट्य प्रमाण है। अन्य क्षेत्रों में भी जैसे हजारा, शिमला, साल्ट रेंज (Salt Range), राजस्थान तथा मध्य-प्रदेश आदि में इस युग की शिलाओ में गण्डाश्म के स्तर (Boulder beds) पाये जाते हैं। उत्तर प्रींगार युग (Upper Carboniferous Period) के इस हिमयुग की पुष्टि गोण्डवानालैण्ड के अन्य भागों (जैसे आस्ट्रेलिया और दक्षिणी अफ्रीका) के भौमिकीय इतिहास से भी होती है। तलचीर शिलाओ के ऊपर कोयले के स्तर पाये जाते हैं। कोयले के निर्माण के लिये सुप्रचुर वनस्पति (Luxurious Vegetation) होना आवश्यक है। ऐसे वन केवल उष्ण जलवायु में ही सम्भव हैं। अतएव उत्तर प्रांगार युग (Upper Carboniferous Period) के उपरान्त जलवायु उष्ण हो गया। इसके बाद जलवायु पुनः शीतल हो गया, जैसा कि इस काल की पचेत शिलाओ (Panchet Rocks) के अध्ययन से विदित होता है। इन शिलाओ में बालुकाश्म (Sandstone) के अन्दर अ-विवर्णित स्फटीय (Undecomposed Felspars) के कण पाये जाते हैं। यदि जलवायु उष्ण होता तो स्फटीय विच्छिन्न अवश्य हो जाते। इनका विच्छिन्न न होना इस बात की पुष्टि करता है, कि इस युग में जलवायु शीतल था। पचेत शिलाओ के ऊपर लाल वर्ण के बालुकाश्म (Sandstone) पाये जाते हैं। इनमें अयसिय पदार्थ (Ferruginous Matter) का बाहुल्य मरुस्थलीय जलवायु (Arid Climate) का द्योतक है। संक्षेप में, गोण्डवाना युग के आरम्भ में जलवायु शीतल था, फिर वह उष्ण हुआ, इसके पश्चात् फिर शीतल हुआ और अन्त में फिर उष्ण हो गया।

३. प्रातिनूतन हिमयुग

(Pleistocene Ice Age)

भारतवर्ष में घटित होने वाला सबसे हाल का हिमयुग प्रातिनूतन युग (Pleistocene Period) में हुआ। यह हिमयुग सप्ताह-व्यापी

था। इसके प्रमाण योरोप और अमेरिका में तो मिलते ही हैं, इसके प्रभाव से प्रायद्वीपीय भारत का जलवायु भी अपेक्षाकृत शीतल हो गया। हिमालय प्रदेश के पादपों [जैसे विषपत्र तालीश (Rhododendron arboreum)]



(सिम्पसन के अनुसार)

चित्र ६५—प्रतिनूतन काल की हिमनदियों अग्र एवं पश्च गतियाँ

एव जीवों [जैसे चिपिटश्रृंग छाग (Capra hylacrius)] नामक जंगली बकरी) का नीलगिरि में पाया जाना इसकी पुष्टि करता है। हिमालय-प्रदेश में तो हिमयुग के सभी चिह्न मिलते हैं। शिवालिक युग के स्तनधारी जीवों का विनाश इसी हिमयुग ने किया। यह हिमयुग लगातार नहीं हुआ। प्रमाणों से विदित होता है, कि इस युग में हिमानीय जलवायु, (Glacial Climate) चार बार हुआ है और उनके बीच में तीन अन्तर्हिमानीय युग (Interglacial Periods) हुए हैं। विशेष विवरण के लिये .. भूसँद्धान्तिकी का 'हिमयुगों के कारण' शीर्षक परिच्छेद देखिये।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न :--

1. Explain the origin of a glacier and describe the constructive and destructive work done by it
(Agra B. A. Part 1, 1955).

2. Describe in some detail the landforms associated with glacial or fluvio-glacial erosion. Illustrate with examples
(Agra B. A. 1954)

3. Give a graphic account of the work of glaciers with regard to erosion, transportation and deposition.
(Agra B. A 1953).

4. What do you understand by Pleistocene Ice Age? Point out some of its major physiographic effects on Europe and North America.
(Agra B. A. 1952),

5. Give an illustrated account of the typical features of a glaciated landscape.
(Agra B A 1951).

6. Give an account of glacier and its work with regard to erosion, transportation and deposition.
(Agra B. A. 1947).

7. Describe the chief features of glaciated scenery and show how it differs from non-glaciated topography.
(Allahabad B. A 1951).

8. What are the chief types of glaciers? Give examples with special reference to present and past glaciations.
(U. P. Inter. 1939).

9. Describe with sketches the work of a glacier and the features developed by it on the landscape.
(Nagpur Inter. 1952).

10. Describe the important features of a glaciated region (Banaras B A. & B. Sc. 1951).

11. Describe and discuss the characteristic features of glaciated topography.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1950).

12. Describe the important features of a recently glaciated region.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1949).

13. Write notes on—

(a) Cirque.

(Agra B. A. 1952 and 1955 ; Allahabad B. A. 1952 ; Lucknow M. Sc. Geology 1949).

(b) Terminal Moraine.

(Agra B. A. 1948; Ajmer Inter. 1949; U. P. Inter 1945).

(c) Roche Moutonnees. (Agra B. A. 1952).

(d) Sheep rock. (U. P. Inter. 1948).

(e) Glacier. (U. P. Inter, 1948).

14. Comment on—

(a) Nunatak. (Agra M. A. 1948).

(b) Ice-sheet. (Banaras B A. & B.Sc. 1956).

(c) Medial Moraine.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1952).

(d) Corries. (Allahabad M. A. 1951).

(e) Moraines.

(Nagpur Inter. 1951; Ajmer Inter. 1951; Banaras B. A. and B. Sc. 1950).

(f) Fiord. (U. P. Inter. 1949 and '52).

अष्टम् परिच्छेद पवन का कार्य

अन्य प्राकृतिक अभिकर्ताओं के सदृश वायु द्वारा भी अपक्षरण, परिवाहन एवं निक्षेपण की प्रक्रियाएँ सम्पन्न होती हैं। इस दृष्टि से जल और वायु के कार्यों में यह साम्य है, कि ये दोनों अभिकर्ता स्वयं अपक्षरण कम करते हैं, किन्तु ककड, पत्थर, बालू आदि के माध्यम से अधिक। ये पदार्थ स्थल के काटने के लिये यत्र अथवा ओजार का कार्य करते हैं। दोनों ही दशाओं में वनस्पति अपक्षरण की क्रिया में बाधक होती है।

२ अपक्षरण (Erosion)

वायु द्वारा सम्पन्न अपक्षरण मुख्यतः यांत्रिक रूप से (Mechanically) ही होता है। रासायनिक ऋतुक्षरण (Chemical weathering) से जलज शिलाओं के कण परस्पर असम्बद्ध हो जाते हैं, जिससे अपक्षरण में सुविधा होती है। यही कारण है कि जम्बशिला (Shale) और बालुकाश्म (Sandstone) वायु के अपक्षरण से शीघ्र प्रभावित होने हैं।

अपक्षरण की मात्रा अनेक प्रतिकारकों पर निर्भर है —

(१) वायु का वेग—यह तो स्पष्ट ही है, कि हल्की हवाओं से यांत्रिक अपक्षरण बहुत कम होगा। यांत्रिक अपक्षरण के महत्वपूर्ण होने के लिये वायु का प्रबल होना अनिवार्य है। मरुस्थलों में चलने वाली आँधियों से यांत्रिक अपक्षरण

बहुत होता है। इन आँधियों में जो ककड पत्थर अथवा रजकण फस जाते हैं, वे अपक्षरण के ओजार का कार्य करते हैं।



चित्र ६६—उच्छैल (Crag)

(२) ऊँचाई और पत्थर के टुकड़ों का आकार—छोटे आकार के धूलिकण वायु में ऊपर ऊपर प्रवाहित होते हैं, किन्तु अपेक्षाकृत बड़े शिलाखण्ड पृथ्वी पर वायु के साथ

लुढ़कते चलते हैं। अतएव, यह स्वाभाविक है, कि वायु द्वारा सम्पन्न अपक्षरण धरातल के निकट सबसे अधिक होता है और ऊँचाई के साथ उसकी मात्रा घटती जाती है। सामान्यतः धरातल से ४ फुट की ऊँचाई तक घर्षण अधिक होता है। अपक्षरण की मात्रा के इस विभेदन के कारण उच्छैल (Craggs) अस्तित्व में आ जाते हैं। चित्र ६२ में इसे प्रदर्शित किया गया है। इसके देखने से यह स्पष्ट है कि अपक्षरण ऊपर की अपेक्षा धरातल के निकट अधिक हुआ है। यदि वायु सदैव एक ही दिशा में चलती है, तो उच्छैल का निचला भाग केवल एक ओर घिस जाता है। यदि ऋतुओं के अनुसार वायु की दिशा में परिवर्तन होते रहते हैं, तो उच्छैल का निचला भाग चारों ओर से घिसता है। इस प्रकार के अपक्षरण का एक सुन्दर उदाहरण ट्रान्स-कैस्पियन रेलवे (Trans-Caspian Railway) के अनुरूप गड़े हुए तार के खम्भों का घिस जाना है। ग्यारह वर्ष की अवधि में, उनकी मोटाई आधी रह गई है।

(३) शिलाओं की कठोरता—कोमल शिलायें कठोर शिलाओं की अपेक्षा अधिक घिसती हैं। इस तथ्य की पुष्टि मिनाय प्रायद्वीप के भूदृश्य से होती है। यहाँ पर पाई जाने वाली सामान्य चट्टान बालुकाश्म (Sandstone) है, जिसमें मैगनीज के सघनन (Concretions) मिलते हैं। मैगनीज के

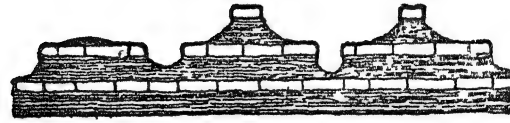


चित्र ६७—मिनाय प्रायद्वीप का भूदृश्य

की तुलना में बालुकाश्म कोमल होता है। इसका फल यह हुआ है कि दीर्घकाल के अपक्षरण से बालुकाश्म घिसकर नष्ट हो गया है, किन्तु मैगनीज के सघनन यथावत खड़े हैं। यहीं नहीं उनकी आड़ में बालुकाश्म के छोटे-छोटे भाग भी अपक्षरित होने से बच गए हैं। चित्र ६७ से यह कथन स्पष्ट होगा।

(४) शिलाओं की संरचना तथा जलवायु सम्बन्धी प्रतिकारक—कठोर शिलाओं के अपक्षरण में तापक्रम के विभेदन, ओस और सन्धियाँ (Joints) भी वायु की सहायता करते हैं। सन्धियों में भरे हुए ओसकण जब तापक्रम के क्षीण होने से घनीभूत होते हैं, तब उनका आयतन बढ़ जाता है, जिससे सन्धियाँ अधिक चौड़ी हो जाती हैं और कभी-कभी शिलायें खण्डित हो जाती हैं।

टूटे हुए पत्थर के टुकड़ों को वायु उड़ा ले जाती है। इस प्रकार कठोर शिला का स्तर नष्ट होता रहता है और कालान्तर में नीचे की कोमल शिला के



चित्र ६८—वायु अपक्षरण डे शिलाओं की संरचना का प्रभाव

स्तम्भों के ऊपर केवल उनकी टोपियाँ शेष रह जाती हैं। धीरे-धीरे ये भी नष्ट हो जाती हैं और नीचे की कठोर शिला का दूसरा स्तर प्रकट हो जाता है। ऐसे प्रदेशों में जहाँ कठोर और कोमल शिलायें एकान्तर पर पाई जाती हैं, अपक्षरण का यही क्रम चला करता है। चित्र ६८ से यह कथन स्पष्ट होगा।

वायु और जल द्वारा सम्पन्न अपक्षरण की तुलनात्मक मात्रा के विषय में विद्वानों में मतभेद है। कुछ विद्वानों का यह कहना है कि मरुस्थल तक में वायु की अपेक्षा जल द्वारा अपक्षरण अधिक होता है। संभव है, यह उक्ति ऊँचे प्रदेशों के लिये यथार्थ हो, किन्तु निचले क्षेत्रों में वायु का प्रभाव अधिक होता है।

ऐसे प्रदेशों में जिनमें अपक्षरण की मात्रा अधिक होती है, किन्तु संचयन अपेक्षाकृत कम होता है, बरातल पर नग्न अथवा अनावृत शिलास्तर प्रकट हो जाते हैं, जिससे वह प्रदेश पथरीले मरुस्थल में परिणत हो जाता है।

वायु के अपक्षरण के तीन अंग हैं—(१) उठान (Deflation) (२) अपघर्षण (Abrasion) तथा (३) साधन-नाश (Attrition)। वायु द्वारा धूल कणों का उठा ले जाना ही उठाना (Deflation) है। इसकी विस्तृत विवेचना परिवाहन शीर्षक के अन्तर्गत की गई है। उड़ते हुए धूल-कणों से जो कटाव अथवा अपक्षरण होता है, उसे अपघर्षण (Abrasion) कहते हैं। कालान्तर में, वायु के अपक्षरण में औजार का कार्य करने वाले धूल-कण स्वयं घिसकर सूक्ष्म हो जाते हैं। यही साधन-नाश (Attrition) है।

३ परिवाहन (Transportation)

वायु रेत और धूल के कणों को एक स्थान से हटाकर दूसरे स्थान पर ले जाती है। सूक्ष्म और हल्के कण हवा में लटकते रहते हैं और उसी अवस्था में परिवाहित होते हैं। भारी आकार के कण धरातल पर लुढ़कते चलते हैं। मध्यवर्ती आकार एवं भार के कण कभी हवा में उड़ते हुए चलते हैं और कभी धरातल पर लुढ़कते हुए। आँधियों में फस जाने से कभी कभी बड़े आकार के पत्थर भी हवा में उड़ते हैं, किन्तु आँधी के समाप्त होते ही वे धरातल पर गिर पड़ते हैं और वायु के अनुसार लुढ़कते हुए चलते हैं। इस प्रकार के कण न जाने कितनी बार हवा में उड़ते हैं और कितनी बार धरातल पर लुढ़कते हैं।

भारी कणों को प्रभावित न करके सूक्ष्म कणों का वायु द्वारा उठा ले जाना 'उठान' (Deflation) कहलाता है। यह क्रिया जलवायु के प्रत्येक कटिबन्ध में होती है, किन्तु मरुस्थलों में यह विशेष उल्लेखनीय है। पेट्री ने आगणन किया है कि पिछले २६०० वर्षों में नील नदी के डेल्टा से वायु द्वारा कम से कम ८ फुट मोटा स्तर उठाया जा चुका है।

अर्ध-मरुस्थलीय प्रदेशों में वायु के परिवाहन से गड्ढे और झीलें बन जाती हैं। इस प्रकार एक बड़ा गड्ढा संयुक्त राष्ट्र अमेरिका के व्योमिंग प्रदेश में बन गया है। यह ९ मील लम्बा, ३ मील चौड़ा व ३०० फुट गहरा है। इसे 'बड़ा खोखला' (Big Hollow) कहते हैं। इसके अध्ययन से विदित होता है कि इस दशा में कम से कम १० अरब टन रेत और धूल का परिवाहन हुआ है। उठान की क्रिया (Deflation) जुते हुए खेतों और कछारी मैदानों में विशेष रूप से होती है, क्योंकि ऐसे क्षेत्रों में सूक्ष्म आकार के असम्बद्ध कण ऊपर रहते हैं।

वायु द्वारा प्रति वर्ष कितना पदार्थ अपक्षरित और परिवहित होता है— इसका अभी तक सही अनुमान नहीं लगाया जा सका है। इसमें सन्देह नहीं कि यह मात्रा बहुत अधिक होगी। उड्डेन (Udden) ने पश्चिमी देशों में आने वाली धूलि की आँवियों के अध्ययन में यह निष्कर्ष निकाला है, कि वे एक वर्ष में लगभग ८५ करोड़ टन धूलि को लगभग डेढ़ हजार मील परिवहित करती हैं। छोटे आकार के कण और अधिक दूर तक परिवहित होते हैं। सहारा मरुस्थल के रेत के कण दक्षिणी और मध्य योरप तक पहुँच जाते हैं। कभी-कभी तो वे ब्रिटिश द्वीप समूह तक चले जाते हैं। सन् १९०३ ई० में ब्रिटिश द्वीप समूह के विभिन्न भागों में रक्त वर्ण की जो जलवृष्टि हुई थी— वह अफ्रीका से परिवहित धूलिकणों के कारण ही थी। आस्ट्रेलिया के धूल के तूफान डेढ़ हजार मील लम्बा पथ तय करके न्यूजीलैण्ड में पहुँच जाते हैं। राजस्थान का मरुस्थल प्रतिवर्ष लगभग १०० वर्ग मील आगे बढ़ रहा है और आगरा और मथुरा जिले उससे बुरी तरह से प्रभावित हो रहे हैं। ज्वालामुखीय धूलि और भी अधिक दूर तक परिवहित होती है। इसके दो कारण हैं— (१) एक तो उसके कण बहुत सूक्ष्म होते हैं (२) दूसरे उद्गार के समय वह ऊपर उछाल दी जाती हैं जहाँ धरातल की अपेक्षा वायु का वेग अधिक होता है। कैंकोटोआ के विस्फोट के सूक्ष्मतम धूलिकणों ने धरातल पर बैठ जाने के पूर्व पृथ्वी को अनेक परिक्रमाये कर ली थी। इसके कुछ धूलिकण तीन वर्ष तक वायुमण्डल में विचरण करते रहे।

४ निक्षेपण

(Deposition)

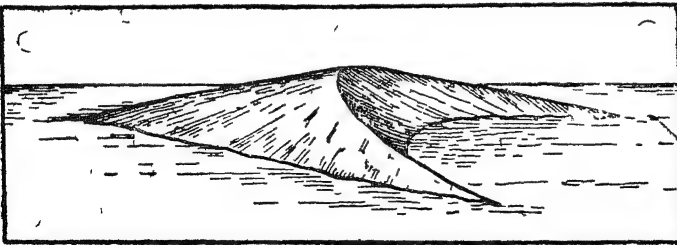
वायु द्वारा जो पदार्थ परिवहित होता है, वह धरातल पर कहीं न कहीं संचित अवश्य होता है। कभी-कभी वायु के पथ में बाधा आ जाने से वह आगे नहीं बढ़ पाता। यदि वायु के पथ में बाधा न हुई तो वह उस समय तक परिवहित होता रहता है, जब तक वायु का वेग क्षीण नहीं हो जाता। वायु-वेग के घट जाने से भी ये पदार्थ छूटकर धरातल पर गिर पड़ता है।

निक्षेपण में भी एक प्रकार का क्रम होता है। अपेक्षाकृत बड़े आकार के पदार्थ पहले संचित होते हैं। छोटे धूलिकण आगे बढ़ जाते हैं। दूरी के साथ-साथ संचित पदार्थ आकार में सूक्ष्म होते जाते हैं।

यह तो पूर्व में उल्लेख हो ही चुका है कि ऐसे प्रदेशों में जिनमें निक्षेपण की तुलना में अपक्षरण अधिक होता है पथरीले मरुस्थल अस्तित्व में आ जाते हैं। इसके विपरीत ऐसे क्षेत्रों में जिनमें अपक्षरण से निक्षेपण अधिक होता है, दो अन्य प्रकार के मरुस्थल अस्तित्व में आ जाते हैं—(१) बालू के मरुस्थल तथा (२) दोमट (Loam) के मरुस्थल। इनमें अन्तर्वस्तु का भेद दो कारणों से है—(१) मूल शिला की रचना के अन्तर तथा (२) आकार के अनुसार सचित पदार्थों की क्रमिक व्यवस्था। अब हम इनकी विवेचना करेंगे।

(१) बालू के मरुस्थल

बालू के मरुस्थल का धरातल विषम होता है। इसमें बालुका-कूटों (Sand-dunes) की शृंखलाएँ पाई जाती हैं और उनके बीच में गड्ढे होते हैं। जब वायु के पथ में कोई बाधा (जैसे नागफनी की झाड़ियाँ) आ जाती है, तो परिवाहित पदार्थ उससे टकरा कर वही गिर जाता है। बाधा अथवा अवरोधक के एक ओर बालू के कण इसी प्रकार एकत्र होते रहते हैं। कालान्तर में बालू का ढेर इतना ऊँचा हो जाता है कि वह अवरोधक की चोटी तक पहुँच जाता है, और उसके बाद बालू के कण उसके पीछे गिरने लगते हैं। विकसित बालू का ढेर वायु के पथ में और भी बड़ा बाधक बन जाता है और निक्षेपण की क्रिया उस समय तक चलती रहती है, जब तक बालू का ढेर छोटी पहाड़ी का रूप नहीं ले लेता। ऐसी पहाड़ी में वह पार्श्व जिस पर वायु टकराती है मन्द प्रवण होता है और पीछे का ढाल प्रपाती होता है। वायु के प्रवाह के कारण बालू की पहाड़ी की आकृति अर्ध-चन्द्राकार हो जाती है। बालू के इस प्रकार के निक्षेप को 'बरखन' (Barkhan) की संज्ञा दी गई है।



चित्र ६९—बरखन (Barkhan)

यदि वायु की दिशा सदैव एक सी रहती है, तो 'बरखन' उत्तरोत्तर आगे खिसकता रहता है, किन्तु यदि वायु की दिशा में अन्तर होते रहते हैं, तो वह अनियमित एवं आकृतिहीन हो जाता है। कभी-कभी बहुत से बरखन परस्पर मिल जाते हैं, जिससे उनकी अर्धचन्द्राकार आकृति नष्ट हो जाती है और वे लम्बे टीलो का रूप ग्रहण कर लेते हैं। राजस्थान के मरुस्थल में ऐसे टीले बहुत पाये जाते हैं।

बालुका-कूटो के गतिशील होने से मरुस्थल भी आगे बढ़ता रहता है। वर्तमान समय में भारत सरकार के समक्ष यह महत्वपूर्ण सामयिक समस्या प्रस्तुत है कि वह राजस्थान के मरुस्थल की प्रगति को किस प्रकार रोके। उत्तर प्रदेश के आगरा और मथुरा जिले बुरी तरह से प्रभावित हो रहे हैं और यदि उचित कदम न उठाया गया तो कालान्तर में समस्त उत्तर प्रदेश मरुस्थल में परिणत हो जायगा।

(२) लौयस के मरुस्थल

वायु द्वारा संचित दोमट (Loam) के निक्षेपो को 'लौयस' की संज्ञा दी गई है। इसके कण रेत से छोटे होते हैं किन्तु मृत्तिका (Clay) से बड़े। इसका रंग पीला अथवा हल्का भूरा होता है। उगलियों से दबाने से यह आटे की भांति पिस जाता है और हाथ में चिपक जाता है। यदि किसी पानी के बर्तन में लौयस डाल दी जाय, तो वह घुल जाती है। वेध्य (Permeable) होने के कारण यह वर्षाजल को सोख लेती है। यह घातल की विषमताओं को ढके रहती है और गड्ढों में इसकी मोटाई काफी होती है। चूने के पत्थर के सद्दुश इसमें भी लम्बवत् ढाल पाये जाते हैं।

अमरीका, योरोप और मध्य एशिया में लौयस के क्षेत्र मरुस्थल-प्रदेश की सीमा के बाहर भी पाये जाते हैं। वे ऐसे स्थलों में भी पाये जाते हैं, जहाँ यथेष्ट वर्षा होती है। लौयस के निक्षेपो में जानवरो के अवशेष पाये गये हैं, जिनसे विदित होता है कि जब उसका निर्माण हुआ, तब जलवायु वर्तमान काल की अपेक्षा अधिक शुष्क थी।

एशिया में 'लौयस' का विस्तार लगभग २ अरब ३० हजार वर्ग मील है। इसका अधिकांश भाग चीन में पाया जाता है। यहाँ पर इसकी मोटाई सैंकड़ों फुट से लेकर हजारों फुट तक है। संयुक्त राष्ट्र अमरीका के पश्चिमी भाग में पाया जाने वाला लौयस का आवरण भी काफी मोटा है। इसके अतिरिक्त

लौयस के निक्षेप अलास्का, जर्मनी, और फ्रांस में भी पाये जाते हैं। इन प्रदेशों में मरुस्थल नहीं हैं और ऐसा अनुमान किया जाता है, कि हिमानीकृत बालू के परिवाहन से वे अस्तित्व में आये हैं।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1. Discuss fully the characteristics of wind erosion. (Allahabad M. A. 1950).

2. How does the work of wind compare and contrast with that of running water (Banaras B. A. and B. Sc. 1949).

3. Write notes on—

(a) Barkhan. (Agra B. A. 1953 & '55).

(b) Dunes. (Banaras B.A. & B.Sc. 1953).

(c) Canyon. (U. P. Inter. 1947)

(d) Loess.

(Agra B.A. 1952; U.P. Inter. '36 & '43).

(e) Desert Scenery.

(Agra B. A. 1949 and 1951; Ajmer Inter. 1952).

(f) Wind as denuding agent.

(Ajmer Inter. 1951)

नवम् परिच्छेद

भूमिगत जल

(UNDERGROUND WATER)

१ भूमिगत जल का उद्गम

पृथ्वी के धरातल पर गिरने वाला वर्षा का जल तीन भागों में विभाजित हो जाता है—

- (१) कुछ अंश नदी-नालों द्वारा बह जाता है।
- (२) कुछ अंश वाष्पीकरण (Evaporation) द्वारा वायुमण्डल में पुनः लौट जाता है।

और (३) कुछ अंश पृथ्वी सोख लेती है। वर्षा-जल का यह भाग भूपर्पटी के ऊपरी स्तर में व्यवहित होकर 'भूमिगत जल' बन जाता है।

२ जल-पटल (Water Table)

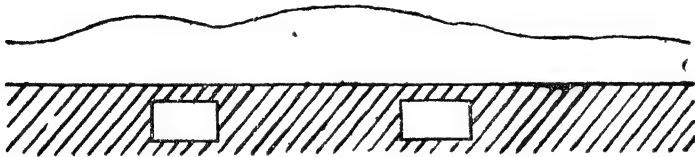
भूमिगत जल के सन्दर्भ में शिलाओं के दो भेद किये जा सकते हैं—
(१) भेद्य शिलायें (Pervious Rocks)—वे शिलायें हैं, जिनमें पानी प्रवेश कर सकता है।

(२) अभेद्य शिलायें (Impervious Rocks)—वे शिलायें हैं, ~~जिनमें~~ पानी का प्रवेश सम्भव नहीं है।

यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना उचित होगा कि भेद्य शिला (Pervious Rock) और रन्ध्री शिला (Porous Rock) में अन्तर है। प्रायः मणि-भीय शिलाओं (Crystalline Rocks) के मणिम अन्तःपाशबद्ध (Interlocked) होते हैं, जिससे उनमें तनिक भी रन्ध्रता (Porosity) नहीं होती, किन्तु कभी-कभी उनमें सन्धियाँ (Joints) पाई जाती हैं, जिनमें जलपारण सम्भव होता है। अन्य शब्दों में ऐसी शिलायें रन्ध्री (Porous) न होते हुए भी भेद्य (Pervious) हैं। इसके विपरीत बहुत सी मृण्मय शिलायें (Argillaceous Rocks) स्पष्टतः रन्ध्री (Porous) होते हुए भी अभेद्य (Impervious) होती हैं क्योंकि उनके रन्ध्र (Pores)

इतने सूक्ष्म होते हैं कि उनमें जल का प्रवेश संभव नहीं होता। इसके अतिरिक्त तल-आतति (Surface Tension) भी जलपारण में बाधक होती है। ऐसी शिलाओं को जिनमें जल का पारण संभव है और जो जल को धारण कर सकती हैं हम 'जलभरा' (Aquifer) कहते हैं।

गहराई के साथ दबाव बढ़ता जाता है, जिससे भूपृष्ठ के अतिशय नीचे की शिलाओं के रन्ध्र बन्द हो जाते हैं। इसके अतिरिक्त भेद्य शिलाओं के नीचे प्रायः अभेद्य शिलाएँ पाई जाती हैं। इन कारणों से पृथ्वी द्वारा सोखा हुआ जल अनिश्चित गहराई तक नहीं पहुँचता। च्यवित जल की निचली सीमा के ऊपर शिलाओं का कुछ भाग जल से सतृप्त (Saturated) रहता है। इस सतृप्ति (Saturation) के ऊपरी समतल को हम जल-पटल



चित्र ७०—जल-पटल (Water Table)

(इस चित्र में आड़ी रेखा वाला भाग जल द्वारा सतृप्त स्तर का द्योतक है और उसकी ऊपरी सीमा जल-पटल प्रदर्शित करती है)।

(Water Table) कहते हैं। जल पटल धरातल का स्पर्श कर सकता है, किन्तु प्रायः उससे कुछ फुट नीचे ही रहता है। जब कुँआ खोदा जाता है तब उसमें जल-पटल तक पानी भर जाता है।

यदि सभी शिलाओं में रन्ध्र (Pore), सन्धियाँ (Joints), विभाजक समतल (Divisional Planes) तथा जलपारण के अन्य साधन समान रूप से पाये जाते, तो भूपृष्ठ के सभी भागों में समान मात्रा में पानी नीचे च्यवित होता। ऐसी दशा में जल पटल-पटल की (Table) भाँति क्षैतिज होता। किन्तु वास्तविकता यह नहीं है। कहीं पानी कम च्यवित होता है, कहीं अधिक। इसके निम्नलिखित कारण हैं—

(१) रन्ध्रों की संख्या और आकार में विभेदन—

(२) सन्धियों और विभाजक समतलों की संख्या और आकार में विभेदन।

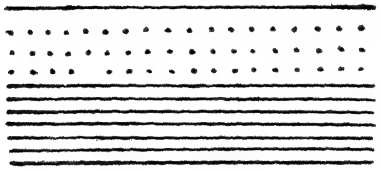
(३) वर्षा में विभेदन।

अतएव, जल-पटल नाम अशुद्ध है।

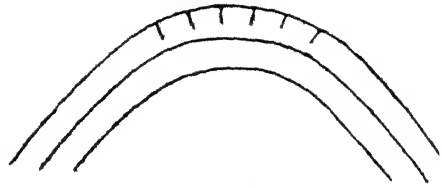
उपर्युक्त विभेदनों के कारण बहुधा दो प्रकार के क्षेत्र अस्तित्व में आ जाते हैं—(१) एक तो वे जिनमें भूमिगत जल की बहुलता होती है और (२) दूसरे वे जिनमें भूमिगत जल अपेक्षाकृत कम मात्रा में होता है। यह प्राकृतिक नियम है कि जल सदैव ऊँचे समतल से नीचे समतल की ओर प्रवाहित होता है। पृथ्वी के नीचे भी भूमिगत जल ऊँचे समपटल से नीचे समपटल की ओर प्रवाहित होता है।

३ जल-संचयन को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

जल-संचयन को निम्नलिखित दो प्रतिकारक प्रभावित करते हैं —



चित्र ७१—दबाव का प्रभाव



चित्र ७२—सरचना का प्रभाव

(१) दबाव—ऊपर की शिलाओं के दबाव से कभी-कभी नीचे की शिलाओं के रन्ध्र बन्द हो जाते हैं।

(२) भौमिकीय—सरचना (Geological Structure)—यदि भौमिकीय सरचना चाप सदृश हुई तो शिलाओं के मध्यवर्ती अक्ष पर आतति (Tension) के कारण विदर (Fissures) उत्पन्न हो जाते हैं।

(चित्र ७२)

इसके विपरीत यदि भौमिकीय सरचना द्रोणी सदृश हुई तो सन्धियाँ सिकुड़ जाती हैं।

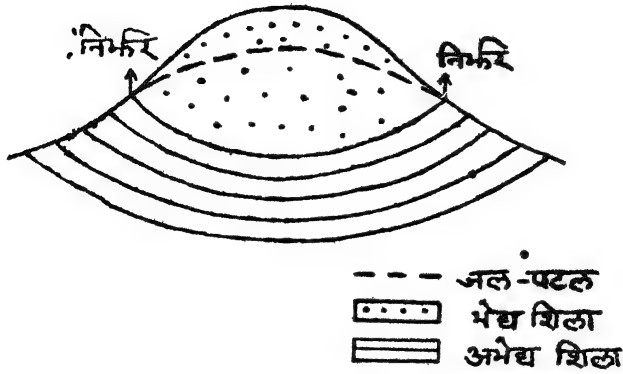
४ जलपटल का भौम्याकृति और ऋतुओं से सम्बन्ध

जैसा कि चित्र ७३ से स्पष्ट है जलपटल समोच्च रेखाओं के अनुरूप होते हैं।

यहाँ पर भेद्य टोपी के निचले सिरे पर निर्झर विद्यमान हैं।

जल-पटल ऋतुओं के अनुसार ऊँचा-नीचा होता रहता है अर्थात् गर्मियों में वह नीचे चला जाता है और वर्षा ऋतु में ऊपर चूठ जाता है। किन्तु एक निश्चित सीमा से नीचे वह कभी नहीं जाता। इस सीमा को सतृप्ति का स्थायी

समतल (Permanent Level of Saturation) कहते हैं।



चित्र ७३—जलपटल का भौम्याकृति से सम्बन्ध

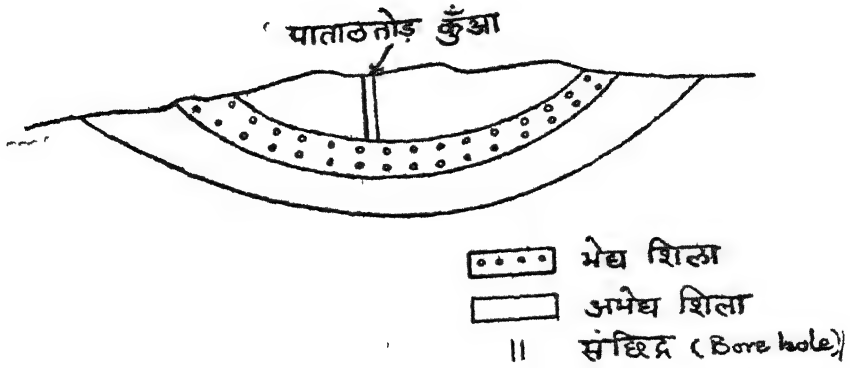
जलपटल के उच्चावचन (Fluctuations) का प्रभाव कुँओ और निर्भरो के जल की मात्रा पर पड़ता है। यदि कोई कुँआ खोदा जाता है और उसकी गहराई जलपटल के वर्षा-ऋतु के समतल से थोड़े ही नीचे होती है, तो गर्मियों में वह सूख जाता है। इसके विपरीत सतृप्ति के स्थायी समतल से गहरा कुँआ वर्ष भर पानी से भरा रहता है।

५ पातालतोड़ कुँआ और निर्भर

(Artesian Wells and Springs)

(१) पातालतोड़ कुँआ

यदि किसी स्थान में भेद्य और अभेद्य शिलाओं की व्यवस्था चित्र ७४ के अनुसार हो तो स्पष्ट है कि वर्षा का जल भेद्य शिला में एकत्र होता रहेगा और यदि चित्रानुसार सख्खिद्रण (Bore-hole) किया जावे, तो वहाँ पर पाताल-तोड़ कुँए के रूप में जल ऊपर की ओर प्रवाहित होगा।



चित्र ७४—पातालतोड़ कुँआ

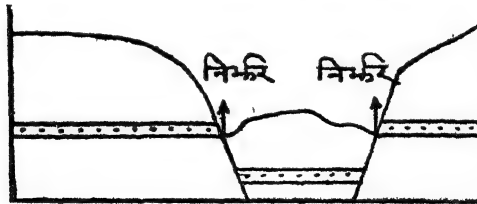
(२) निर्भर

चित्र ७५ में ऐसे स्थानों पर निर्भरो की उत्पत्ति, जहाँ पर जल-पटल भूपृष्ठ का स्पर्श करता है, स्वयं स्पष्ट है। अतएव उस पर प्रकाश डालने की कोई आवश्यकता नहीं है।

६ भूमिगत जल का भौगोलिक कार्य

(१) अपक्षरण

भूमिगत जल बड़े ही मन्द वेग से बहता है। इस कारण उससे यांत्रिक अपक्षरण बहुत कम होता है। हाँ, परोक्ष रूप से इसके कारण स्थल-सर्पण (Land Slides) हो जाते हैं, जिनमें कुछ न कुछ अपक्षरण तथा निक्षे-



चित्र ७५—निर्भरो (Springs) की उत्पत्ति

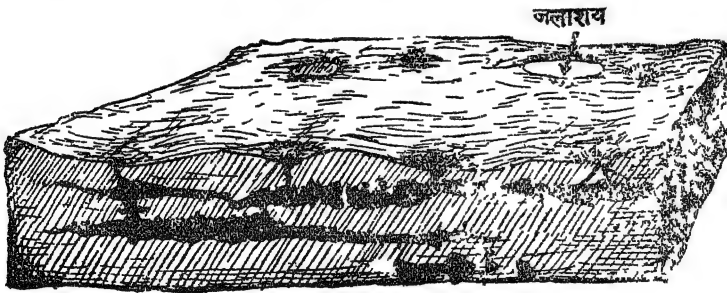
पण अवश्य होता है। जब भूमि काफी झुकी होती है और उसका ऊपरी भाग पानी से सतृप्त होता है तब स्थल-सर्पण बहुत होते हैं। वास्तव में ऐसी

दशा में भूमिगत जल उपस्तेहन पदार्थ (Lubricating Substance) का कार्य करता है अर्थात् उससे ऊपर के शिलाखण्ड के सर्पण में सुविधा होती है। पर्वत-पर्वों पर स्थल-सर्पण द्वारा जो पत्थरों के टुकड़े और मिट्टी आदि एकत्र हो जाती हैं—उसे हम शैलस्रवण्ड (Talus) अथवा सपात (Scree) कहते हैं। जल से सन्तृप्त भूमि का इस प्रकार नीचे की ओर खिसकना मृदा-प्रवाह (Solifluction) कहलाता है। भूमिगत नदी-नालों द्वारा थोड़ा-बहुत यॉत्रिक अपक्षरण भी होता है। इसकी विवेचना 'कास्ट-भूदृश्य' के प्रकरण में हो चुकी है।

घोल (Solution)

यद्यपि भूमिगत जल से यॉत्रिक अपक्षरण बहुत कम होता है, तथापि रासायनिक अपक्षरण की दृष्टि से वह बहुत महत्वपूर्ण है। विशेषकर घोल द्वारा उससे बहुत अपक्षरण होता है। यह कार्य चूने के पत्थर के क्षेत्र में विशेष उल्लेखनीय है। जब पानी में कार्बन डाइ-आक्साइड घुली होती है, तब उसमें चूने का पत्थर घुल जाता है। वर्षा का जल जब धरातल पर गिरता है, तब वायुमण्डल की कार्बन डाइ-आक्साइड उसमें घुल जाती है। फल यह होता है कि चूने के पत्थर के प्रदेश में घोल के फलस्वरूप एक विशेष प्रकार का भू-दृश्य उपस्थित हो जाता है। इसकी विस्तृत विवेचना कास्ट-भूदृश्य शीर्षक प्रकरण में की गई है।

शिलाओं के भूमिगत घोर ने निम्नलिखित रूपों में अस्तित्व में आते हैं —



चित्र ७६—कास्ट भूदृश्य

(१) निगिर छिद्र (Swallow holes)

(२) सकुण्ड (Uvala) •

- (३) राजकुण्ड (Polje)
- (४) चूर्ण कूट (Hum)
- (५) निसुरगा (Ponor)
- (६) भूमिगत कन्दगारे (Underground caves)
- (७) आश्चुनाश्म एवं निश्चुनाश्म (Stalactites and Stalagmites)

- (८) अन्ध्रा घाटियाँ (Blind Valleys)
- (९) प्राकृतिक सेतु (Natural Bridges)

इनकी विस्तृत विवेचना 'कास्ट भूदृश्य' के प्रकरण में की गई है।

(२) परिवहन (Transportation)

भूमिगत जल धुले हुए पदार्थों को अपने साथ बहा ले जाता है और उन में कहीं न कहीं उनका निक्षेपण भी कर देता है। कभी-कभी भूमिगत प्रवाहों द्वारा वे सागरों अथवा झीलों में पहुँच जाते हैं। धुले हुए पदार्थों का कुछ भाग अवसादों के अन्तराल में जम जाता है, जिससे वे परस्पर चिपक जाते हैं। गलज शिलाओं के बनने में इस क्रिया का बड़ा महत्व है। गवद करने वाले पदार्थों में कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate), सिलिका (Silicon Dioxide) तथा फेरिक ऑक्साइड (Ferric Oxide) प्रमुख हैं।

(३) निक्षेपण

(Deposition)

अवसादों के अन्तराल में होने वाले निक्षेपण का उल्लेख तो ऊपर हो ही चुका है। इनके अतिरिक्त भी निक्षेपण द्वारा अनेक नवीन रूप निर्मित होते हैं। निक्षेपण निम्नलिखित कारणों से होता है—

(१) कार्बन डाइ ऑक्साइड और अन्य घुली हुई गैसों के निकल जाने से—जब ये गैसें विद्यमान होती हैं, तब घुलनशीलता बढ़ जाती है। इनके निकल जाने से निक्षेपण होता है।

(२) वाष्पोत्करण से घोल का सकेन्द्रण (Concentration) बढ़ जाता है जिससे पदार्थ का कुछ भाग घोल से निकलकर निक्षेपित हो जाता है।

(३) तापक्रम का घटना—तापक्रम के बढ़ जाने से घुलनशीलता बढ़ जाती

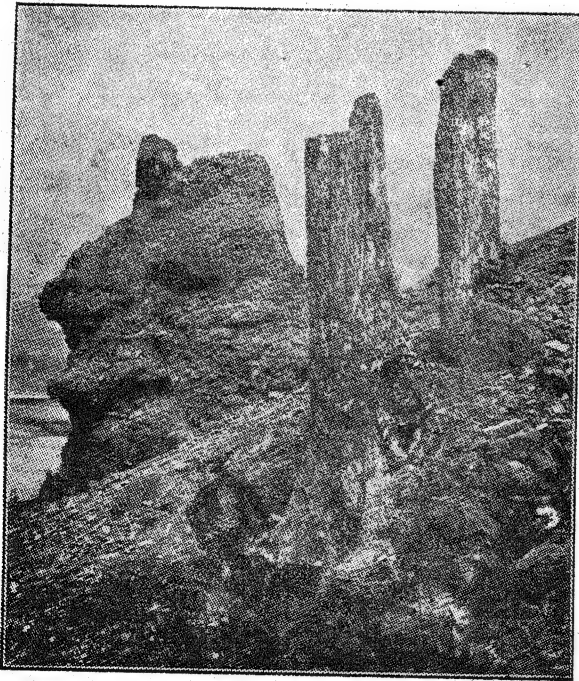
है और तापक्रम के घट जाने से घुलनशीलता घट जाती है। अतएव, तापक्रम के क्षीण होने पर निक्षेपण होना स्वाभाविक ही है।

(४) दबाव का घटना—वायुभार के घट जाने से भी निक्षेप हो जाते हैं।

(५) रासायनिक प्रक्रियायें—ये अनेक प्रकार की होती हैं और कभी-कभी इनसे निक्षेप बन जाते हैं।

भूमिगत जल द्वारा सम्पन्न निक्षेपण के कुछ रूपधेय निम्नांकित हैं :—

(१) आश्चुताश्म तथा निश्चुताश्म (Stalactites and Stalagmites) चूने के पत्थर के प्रदेश में पाई जाने वाली कन्दराओं में ऊपर से च्यवित होने वाले चूने के घोल की बूँदों के सूख जाने से कभी-कभी दो प्रकार के स्तम्भ बन जाते हैं। जो स्तम्भ छत से लटकता रहता है उसे आश्चुताश्म



चित्र ७७—अश्मीभूत काष्ठ (Petrified wood)

(Stalactite) कहते हैं और जो नीचे भूमि पर स्थापित हो जाता है, उसे निश्चुताश्म (Stalagmite) कहते हैं। इन्हे पृष्ठ ६ में प्रदर्शित किया गया है।

(२) गुहाग्रन्थि (Geode)—कभी-कभी शिलाओं में विद्यमान गड्ढों में भूमिगत जल भर जाता है। इस निक्षेपण का एक विशेष रूप होता है, उदाहरणार्थ सैंकजा (Silica) निक्षेप के मणिभ कभी-कभी कर्षा के दाँत जैसे प्रतीत होते हैं। इन्हे हम गुहाग्रन्थि (Geode) कहते हैं।

(३) प्रतिस्थापन (Replacement)—कभी-कभी जब भूमिगत जल के घोल में अन्य पदार्थ घुलते हैं, तब उसी मात्रा में घुले हुए पदार्थ अलग हो जाते हैं और उनका निक्षेप बन जाता है। प्रतिस्थापन की यह क्रिया अणु प्रति अणु (Molecule by molecule) होती है जिसमें घुले हुए पदार्थ के रूप में कोई अन्तर नहीं होता, केवल संरचना बदल जाती है। इस क्रिया द्वारा कभी-कभी पेड़ा के तने शिला में परिणत हो गए हैं, जिन्हें हम अश्मीभूत काष्ठ (Petrified Wood) कहते हैं।

(४) संघनन (Concretions)—किसी ठोस कण को केन्द्र मानकर उसके चारों ओर निक्षेप होने से संघनन बन जाते हैं। उदाहरण के लिये भारत-वर्ष में पाया जाने वाला ककड़। इसमें केन्द्रीय कण के चारों ओर कैल्शियम कार्बोनेट संचित होता है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न :—

1. Give a graphic account of the work of Underground Water with regard to erosion transportation and deposition. (Agra B. A. 1952).

2. Give an account of Underground Water and its work with regard to erosion, transportation and deposition.

(Agra B. A. 1947 and Ajmer Inter. 1952).

3. Describe the work of Underground Water.
Explain the formation of different types of springs.
(Nagpur Inter. Supple. 1951)

4 Write notes on—

(a) Water Table (Allahabad B A. '50 & '53).

(b) Petrification (Allahabad B. A. 1951)

(c) Underground Water.

(Ajmer Inter 1950).

(d) Artesian Well.

(Nagpur Inter Supple 1950 .

(e) Springs. (Agra B A, 1954).

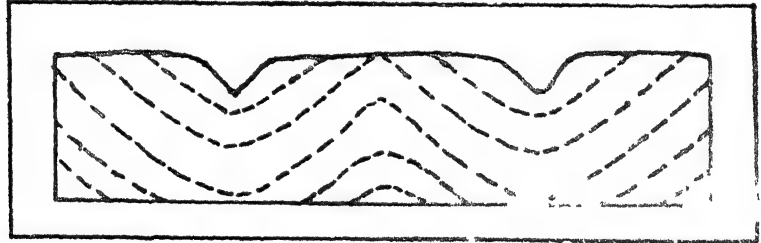
दशम् परिच्छेद

अपक्षरण चक्र

(CYCLE OF EROSION)

१. स्थलखण्ड के जीवन की अवस्थायें

जिस प्रकार मनुष्य के जीवन में विभिन्न अवस्थाएँ होती हैं, ठीक उसी प्रकार प्रत्येक स्थलखण्ड के जीवन में भी अवस्थाएँ होती हैं। जब हम किसी स्थलखण्ड का क्रमबद्ध अध्ययन करते हैं तब हमें विदित होता है, कि उसके रूप में क्रमशः परिवर्तन होते रहते हैं। यह कथन एक उदाहरण में स्पष्ट होगा। मान लीजिये महाद्वीपों के कारण सागर-नितल का कुछ भाग ऊपर उठ आता है। आरम्भ में इसका धरातल प्रायः समतल होगा और उसमें विषमताएँ बहुत कम होंगी। धीरे-धीरे उसके धरातल पर विभिन्न प्राकृतिक अभिकर्तियों का प्रभाव पड़ने लगेगा—उदाहरणार्थ वर्षा के कारण उसमें प्रवाह-व्यवस्था (Drainage system) स्थापित हो जायगी। फिर धीरे-धीरे नदियों की घाटियाँ गहरी होना आरम्भ होगी। एक निश्चित अवधि के अन्त में नदियों के लम्बवत अपक्षरण की क्रिया समाप्त हो जायगी

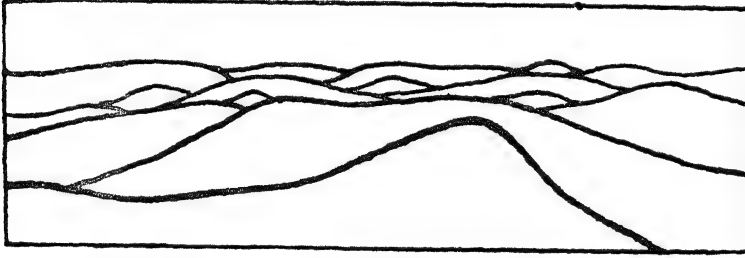


चित्र ७८—अपक्षरण-चक्र का विकास

और पार्श्विक अपक्षरण बढ़ने लगेगा। इसका प्रभाव घाटियों के मध्य में स्थित उपरिष्ठ भागों पर पड़ेगा और उनकी ऊँचाई क्रमशः क्षीण होने लगेगी

अन्त में, पर्वत घिसकर प्रायः समतल हो जायेंगे। पर्वतों के इस अन्तिम अवस्था के रूप को हम 'समतलप्राय' (Peneplain) कहते हैं।

उपर्युक्त परिच्छेद में एक विशिष्ट स्थल-खण्ड के जीवन के इतिहास की विभिन्न क्रमिक अवस्थाओं का दिग्दर्शन कराया गया है। यही अपक्षरण-चक्र (Cycle of Erosion) का सिद्धान्त है। आरम्भ में जब स्थलखण्ड समुद्र के गर्भ से ऊपर उठता है, तब उसमें न्यूनतम विषमताये होती हैं, जो उसको युवावस्था प्रदर्शित करती हैं। जब विषमताये बढ़ते-बढ़ते अधिकतम



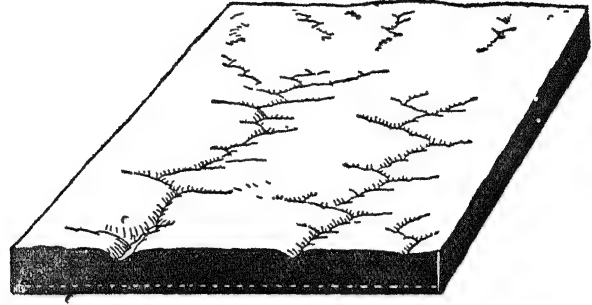
चित्र ७९—स्थलखण्ड की प्रौढ़ावस्था

हो जाती हैं, तब हम यह कहते हैं कि स्थलखण्ड की प्रौढ़ावस्था (Mature stage) आ गई। प्रौढ़ावस्था के अनन्तर वृद्धावस्था आती है। वृद्धावस्था में विषमतायें पुनः क्षीण हो जाती हैं।

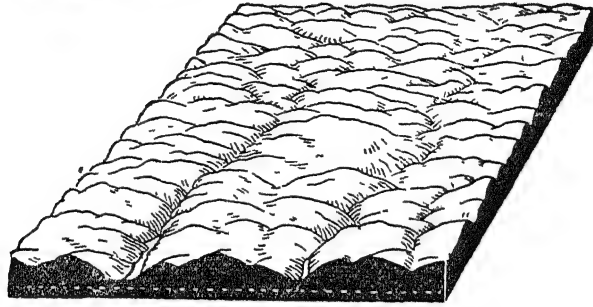
निम्नांकित तालिका से उपर्युक्त कथन और भी स्पष्ट होगा—

- | | | |
|-----------------|---|-------------------------|
| १ आरम्भिक रूप | इसमें विषमताये न्यूनतम होती हैं | युवावस्था (Youth) |
| २ अनुक्रमिक रूप | इसमें विषमताये विकसित रूप में होती हैं। | प्रौढ़ावस्था (Maturity) |
| ३ अन्तिम रूप | इसमें विषमताये पुनः क्षीण हो जाती हैं। | वृद्धावस्था (Old-age) |

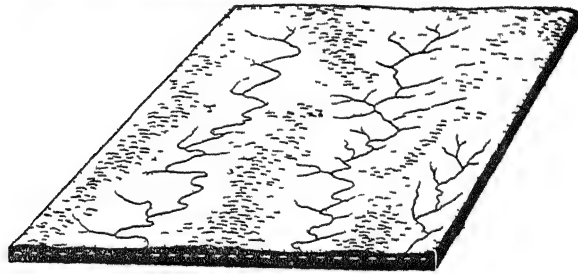
चित्र ८० में नदी के जीवन की विभिन्न अवस्थाये प्रदर्शित की गई हैं। जब हम किसी भूखण्ड अथवा भूदृश्य का शास्त्रीय अध्ययन करते हैं, तब हमें यह जानना परम आवश्यक होता है, कि उसकी अवस्था क्या है। विकास-क्रम की अवस्था के अतिरिक्त हमें दो बातों का ज्ञान और होना चाहिये—(१) संरचना तथा (२) अपक्षरण का अभिकर्ता। विशेष प्रकार की शिलाओं में विशेष प्रकार का दृश्य विकसित होता है। इस कथन की पुष्टि कार्स्ट-भूदृश्य



(१) युवावस्था



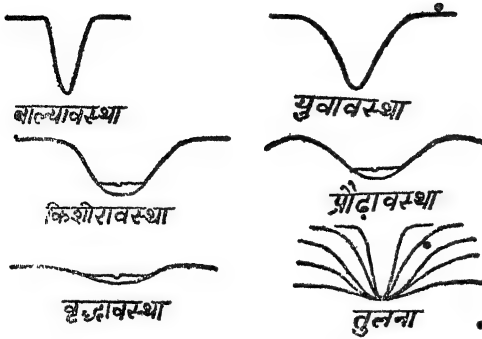
(२) प्रौढावस्था



(३) वृद्धावस्था

चित्र ८०—स्थलखड के जीवन की विभिन्न अवस्थाये

के अध्ययन से होती है। कास्ट-भूदृश्य का विकास केवल चूने के पत्थर के क्षेत्र में होता है। चूने के पत्थर में दो उल्लेखनीय गुण होते हैं—(१) एक तो उसमें लम्बवत् सन्धियाँ होती हैं और (२) दूसरे वह ऐसे जल में जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड घुली हो, घुल जाता है। इन्हीं दोनों गुणों के कारण



चित्र ८१—नदी के जीवन की विभिन्न अवस्थाये

चूने के पत्थर के क्षेत्र में कास्ट-भूदृश्य विकसित होता है। इसकी विस्तृत विवेचना बारहवें प्रकरण में की गई है।

दृश्य के विकास में अपक्षरण के अभिकर्ता का भी विशेष प्रभाव पड़ता है। उदाहरणार्थ, हिमनदियों के प्रकरण में हमने यह ज्ञात किया कि हिमनदियों से प्रभावित प्रदेशों में पाई जाने वाली घाटियाँ U आकृति की होती हैं और पर्वत नुकीले होते हैं। अतएव हम किसी दृश्य को देखकर यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि उसका निर्माण किस अभिकर्ता की क्रिया से हुआ है।

संक्षेप में किसी दृश्य का विकास मुख्यतः तीन प्रतिकारकों के अनुसार होता है—(१) संरचना (Structure) (२) अपक्षरण अथवा निक्षेपण का अभिकर्ता तथा (३) विकास-क्रम की अवस्था। अतएव डैविस की यह उक्ति उचित है—‘भूदृश्य संरचना, प्रक्रिया एवं अवस्था का संयुक्त फल है।’^१

२. भौम्याकारिकी (Geomorphology) में अपक्षरण

चक्र की महत्ता

पॉवेल, गिलबर्ट प्रभृति विद्वानों ने अपक्षरण-चक्र के विषय में मौलिक विचार प्रकट किये थे, किन्तु उसे व्यवस्थित रूप देने का श्रेय डैविस ही को है। भौम्याकारिकी जगत में डैविस और उनके अनुयायियों की देन अमूल्य है। इस सम्बन्ध में इतना कहना ही पर्याप्त होगा कि अपक्षरण-चक्र प्राकृतिक भूगोल के आधुनिक अध्ययन की आधार-शिला है।

1 ‘Landscape is a function of structure, process and stage’

—(DAVIS)

‘अपक्षरण-चक्र’ के सिद्धान्त ने मृत पदार्थों में नवीन जीवन फूंक दिया है और नीरस विषय को सरस कर दिया है। अब हम जब किसी भूवण्ड को देखते हैं तो हमारे हृदय में यह भावना उठती है कि उसके जीवन का विकास हुआ है और हो रहा है। अभी तक हम लोग स्थलखण्डों का अध्ययन सरचना के आधार पर करते थे। अपक्षरण-चक्र ने हमें नवीन आधार प्रदान किया है। स्थलखण्डों का वर्गीकरण और अध्ययन अब हम जननिक (Genetic) आधार पर करते हैं। भूगोल को अपक्षरण-चक्र की अवधारणा की एक बहु-मूल्य देन यह भी है कि उसने भूगोल-वेत्ता के कार्य को बहुत सक्षिप्त कर दिया है। इस अवधारणा के प्रस्तुतीकरण के पूर्व हमें जब किसी स्थलखण्ड का वर्णन करना पड़ता था, तब हम उसके प्रत्येक अंग का चित्राकन करते थे। अब यदि हमें केवल इतना बतला दिया जाता है, कि अमुक प्रदेश की जराबस्था है, तो हम उसके विषय में सब कुछ जान लेते हैं।

३. ‘अपक्षरण-चक्र’ की बाधायें

अपक्षरण-चक्र के क्रमिक विकास में कभी-कभी निम्नलिखित कारणों से बाधा पड़ जाती है —

- (१) भूपर्पटी की गतियाँ
- (२) ज्वालामुखीय प्रक्रिया
- (३) जलवायु के परिवर्तन

(१) भूपर्पटी की गतियाँ

यदि भूपर्पटी की गति के कारण कोई क्षेत्र नीचे धँस जाता है, जिसमें उसका धरातल अपने आधार-तल (Base Level) के निकट पहुँच जाता है, तो उससे भविष्य में सम्पन्न होने वाले अपक्षरण का कार्य घट जाता है और उसकी अवस्था में अकस्मात् परिवर्तन हो जाता है।

यह कथन निम्नलिखित उदाहरण से स्पष्ट होगा—

मान लीजिये किसी नदी की युवावस्था है। इस दशा में वह लम्बवत् अपक्षरण द्रुत-वेग से करेगी। अब यदि अकस्मात् उसका तल नीचे धँस जाता है और वह उसके आधार-तल पर पहुँच जाता है, तो उसका लम्बवत् अपक्षरण समाप्त हो जाता है। अन्य शब्दों में उसकी वृद्धावस्था आ

जाती है। मानव-जीवन में भी कभी-कभी इस प्रकार अवस्था के आकस्मिक परिवर्तन हो जाते हैं। यह देखा गया है कि आकस्मिक तीव्र मानसिक आघात लगने से युवको और युवतियों के बाल सफेद हो गये हैं, जो वृद्धावस्था का चिह्न है।

इसके विपरीत यदि भूपर्यंटी की गति के कारण कोई स्थल-खण्ड अकस्मात् ऊपर उठ जाता है, तो उसकी अवस्था घट जाती है। यदि किसी ऐसी नदी का नितल जो आधार-तल पर पहुँच चुकी हो अकस्मात् ऊपर उठ जाता है, तो उसके लम्बवत् अपक्षरण की क्रिया पुन आरम्भ हो जाती है। अन्य शब्दों में नदी वृद्धावस्था से पुन युवावस्था में आ जाती है। मानव-जीवन में कायाकल्प (Rejuvenation) भी तो इसी प्रकार होता है।

(२) ज्वालामुखी की प्रक्रिया

ज्वालामुखी की प्रक्रिया भी स्थलखण्डों के जीवन को प्रभावित करती है। इस सम्बन्ध में केवल एक उदाहरण पर्याप्त होगा—

मान लीजिये कोई नदी वृद्धावस्था में है अर्थात् उसका नितल आधार-तल के निकट पहुँच चुका है। अब ज्वालामुखी के उद्गार से उसकी घाटी पट जाती है और कालान्तर में लावा के निक्षेप पर पूर्वकालीन नदी के पथ के ठीक ऊपर नवीन नदी बहने लगती है। प्रकट है कि इस नवीन नदी में लम्बवत् अपक्षरण द्रुत वेग से होगा क्योंकि उसकी युवावस्था है। इस प्रकार वृद्धावस्था नदी युवती में परिणत हो जाती है।

३ जलवायु के परिवर्तन

नदी की वृद्धावस्था में उसका लम्बवत् अपक्षरण समाप्त हो जाता है मान लीजिये इस अवस्था के प्राप्त हो जाने पर जलवायु के परिवर्तनों के फलस्वरूप जलवृष्टि की मात्रा बढ़ जाती है। नदी में पानी के आयतन के बढ़ जाने से लम्बवत् अपक्षरण पुन आरम्भ हो जायगा। अन्य शब्दों में नदी का कायाकल्प हो जायगा अथवा वह वृद्धावस्था से पुन यौवनावस्था में आ जायगी।

इसी प्रकार जलवायु के अकस्मात् शुष्क हो जाने से युवती सरिता की वृद्धावस्था आ सकती है।

४ सामान्य अपक्षरण चक्र का विकास

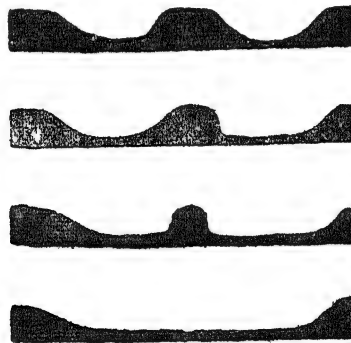
(Development of Normal Cycle of Erosion)

अपक्षरण का कार्य वायु, हिमानी सागर-जल आदि सभी करते हैं किन्तु

इनमें सबसे अधिक सामान्य अभिकर्ता वहता हुआ जल है। अतएव, हम वहते हुए जल के 'अपक्षरण-चक्र' को सामान्य अपक्षरण का चक्र (Normal cycle of erosion) कहते हैं।

किसी भी आकृति और मरचना के धरातल में अपक्षरण-चक्र आरम्भ हो सकता है, किन्तु हम विषय के सुगम प्रतिपादन के लिये धरातल का सरलतम रूप लेंगे। ऐसा धरातल समुद्र के गर्भ से ऊपर उठा हुआ मैदान है। इसके पृष्ठ में केवल वे विषमताएँ होंगी जो उसके मूल रूप में थी। धीरे-धीरे इस धरातल पर वर्षा आदि के कारण प्रवाह-व्यवस्था (Drainage system) स्थापित होगी। आरम्भ में नदियाँ पृष्ठ की विषमताओं अथवा पूर्ववर्ती ाल के अनुरूप प्रवाहित होंगी। इस प्रकार अनुगामी नदियों और घाटियों का विकसित होना अपक्षरण-चक्र की प्रथम अवस्था है।

नदियों के मध्य के उभार जिन्हें अंतराप (Interfluve) कहते हैं आरम्भ में चौड़े होंगे और उनकी चोटी भी विस्तृत होगी। पार्श्विक अपक्षरण के कारण जैसे-जैसे नदियों को घाटियाँ चौड़ी होती जायँगी, वैसे-वैसे ये उभार भी



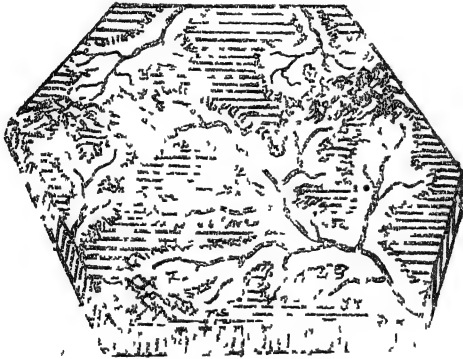
चित्र ८२—अन्तरापों के पतन की विभिन्न अवस्थाएँ
सकीर्ण होते चले जायँगे और उनकी चोटियाँ भी सकरी होती चली जायँगी। कालान्तर में, धरातल की आरम्भिक अवस्था के सभी चिह्न लुप्त हो जायँगे। जब ऐसी अवस्था आ जाती है, तब हम यह कहते हैं कि अपक्षरण-चक्र की प्रौढावस्था (Maturity) आ गई। इस अवस्था का जल्दी अथवा देर से आना निम्नांकित प्रतिकारकों पर निर्भर है—

(१) नदियों की पारस्परिक दूरी—यह जितनी कम होगी प्रौढावस्था उतनी ही जल्दी आयगी।

(२) सहायक नदियों का विकास—सहायक नदियाँ जितने वेग से बड़ेगी, प्रौढ़ावस्था उतनी ही जल्दी आयगी। सहायक नदियों का विकास जलवायु एवं शिलाओं की संरचना पर निर्भर है। वर्षा के अधिक होने और शिलाओं के कोमल होने से अपेक्षाकृत अधिक सहायक नदियाँ बनती हैं।

यहाँ पर यह उल्लेखनीय है, कि अपक्षरण की प्रौढ़ावस्था और प्रवाह-व्यवस्था की अनुक्रमण-अवस्था एक ही वस्तु नहीं है। प्रवाह-व्यवस्था की अनुक्रमण अवस्था आ जाने का अर्थ यह होता है कि मुख्य एवं सहायक नदियों ने आधार-तल (Base-Level) को प्राप्त कर लिया है। सामान्यतः अपक्षरण-चक्र की प्रौढ़ावस्था में यह कथन सही होता है, किन्तु सदैव नहीं।

अपक्षरण-चक्र की आरम्भिक अवस्था में जलवायु अथवा अन्य कारणों



चित्र ८३—समतलप्राय (Peneplain)

से थोड़े बहुत विभेदन हो भी सकते हैं, किन्तु इसको अन्तिम अवस्था में भूदृश्य सर्वत्र एकसा होता है। घिसते-घिसते पर्वत लगभग समतल हो जाते हैं, उनके ढाल मन्द पड़ जाते हैं और उनमें कठोर शिलाओं के अवशिष्ट भाग टीलों का रूप ग्रहण कर लेते हैं। अपक्षरण-चक्र की अन्तिम अवस्था के घरातल के इस रूप को डेविस ने समतलप्राय (Peneplain) का नाम दिया है। उस पर स्थित टीले अतिसहिष्णु गिरि (Monadnocks) कहलाते हैं।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न :—

1. Discuss carefully the idea of geographical cycle as developed by W. M. Davis To what ex-

tent is this idea valuable in interpreting river valleys. (Agra B A 1951)

2 Discuss with illustrations the importance of the conception of the normal cycle of erosion in the study of landforms (Agra M. A. 1947).

3 Discuss briefly the principle of the cycle of erosion. Point out the importance of the contribution of Davis to the concept of such a cycle

(Allahabad M A 1947).

4. When a river is born, it is old. As it grows, it becomes younger. Explain the paradox (Agra B. A. Part I, 1955)

5 Write notes on—

(a) Peneplain

(U. P Inter. 1935, Nagpur Inter Supple. 1950; Agra B A. Part I, '55).

(b) Cycle of erosion. (U P. Inter 1945).

(c) Rejuvenated river. (U. P Inter 1949).

(d) Normal cycle of erosion

(Allahabad M A '52, Agra M A '49).

(e) Youthful Drainage.

(Banaras B A and B. Sc. 1950)

ग्यारहवां परिच्छेद

भूरूप के विकास में जलवायु का प्रभाव

यह तो पूर्व में उल्लेख हो ही चुका है कि भूदृश्य-शिलाओं की संरचना, अपक्षरण का अभिकर्ता और भूखण्ड की अवस्था का मयुक्त फल है। इनके अतिरिक्त जलवायु का भी भूदृश्य के विकास में महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इस अध्ययन के लिये हम पृथ्वी को निम्नांकित प्रदेशों में बाँट लेंगे—

(१) विषुवतीय एवं मानसूनी प्रदेश—इसमें तापक्रम अधिक रहता है और वर्षा भी बहुत होती है।

(२) उष्णप्रदेशीय शुष्क प्रदेश—इसमें तापक्रम अधिक रहता है किन्तु वर्षा कम होती है।

(३) शीतोष्ण प्रदेश—इसमें तापक्रम और वर्षा दोनों ही न बहुत अधिक होते हैं और न बहुत कम हैं।

(४) ध्रुवीय प्रदेश—इसमें तापक्रम बहुत कम होता है। वर्षा हिमवृष्टि के रूप में होती है।

(१) विषुवतीय प्रदेश

विषुवतीय प्रदेश में अत्यधिक वर्षा होती है और वनस्पति भी सुप्रचुर होती है। तापक्रम सदैव ऊँचा रहता है। उष्णता, आर्द्रता और पेड़-पौधों एवं पक्षियों के सड़ने से बने अम्लों के कारण शिलाओं का क्षरण वेग से होता है। यही कारण है कि इन प्रदेशों में भूमि का स्तर, जो क्षरित शिलाओं से बना होता है, काफी मोटा होता है। इन क्षेत्रों के पूर्ण विकसित भूखण्ड जो अधिकतर अनावृत होते हैं बड़ी शोघ्रता से नष्ट होते हैं और उनकी नोकें घिस कर गोल होने लगती हैं। वनस्पति के घने आवरण के कारण आबद्ध पदार्थ सरलता से नहीं हटता और जल प्रवाह की व्यवस्था होते हुए भी पर्वतों के ढाल उन्नतोदर होते हैं।

(२) उष्ण प्रदेशीय शुष्क प्रदेश

उष्ण प्रदेशीय मरुस्थलों में जल का अभाव होता है। इन प्रदेशों में वनस्पति भी नहीं पाई जाती। पेड़ों की जड़ों के कारण ही भूमि के कण परस्पर सम्बद्ध

रहते हैं। कनस्पति के न होने से वे अयद्ध हो जाते हैं। अबद्ध शिलाकण सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाये जा सकते हैं। अतएव इन प्रदेशों में वायु द्वारा अपक्षरण और परिवाहन बहुत होता है। शिलाएँ मुख्यतः तापक्रम के विभेदन के कारण नष्ट होती हैं। टूटी हुई शिलाओं के टुकड़े नुकीले होते हैं और पर्वतों का धरातल विषम होता है। वर्षा, वायु और गुरुत्वाकर्षण द्वारा अबद्ध प्रसार्य नीचे चला जाता है और गड्ढों में भर जाता है। उन्ने समुद्र तक पहुँचने के लिये कोई भी पाथन सुलभ नहीं होते क्योंकि इन प्रदेशों में नदिनाँ ता होनी नहीं है। अबद्ध शिलाकणों से टीले और निचली पहाड़ियाँ कभी-कभी पूर्णतः ढक जाते हैं और केवल ऊँचे पहाड़ों की चोटियाँ ही इनमें अनावृत रहती हैं। तापक्रम के विभेदन के कारण अबद्ध शिलाकण और भी टूटते रहते हैं और फिर वे वायु द्वारा विस्तृत मैदानों में बिखरा दिये जाते हैं। इन प्रदेशों का मुख्य लक्षण अबद्ध शिला-कणों से निर्मित विस्तृत मैदान है, जिनमें अर्ध-चन्द्राकार एवं अन्य आकृतियों के बालू के टीले पाये जाते हैं। इनकी विस्तृत विवेचना 'वायु का कार्य' शीर्षक प्रकरण में की गई है।

(३) शीतोष्ण प्रदेश

इन प्रदेशों में जहाँ कहीं भी सामान्य वर्षा होती है, वहाँ अपक्षरण का अधिकांश कार्य नदियों द्वारा मध्य होता है। ऋतुक्षरण मुख्यतः दो रीतियों से होता है (१) यांत्रिक क्रिया—यह पाला अथवा तुषार द्वारा सन्न होता है। (२) रासायनिक क्रिया अथवा घोल का क्रिया—जव पानी में कार्बन डाइआक्साइड घुली होती है, तब उसमें चूने का पत्थर सरलता से घुल जाता है। इसके अतिरिक्त अनेक गिराये घुलनशील होने के कारण यहाँ पानी में घुल जाती है। जिन क्षेत्रों में पत्थर के पर्वत हैं, उनका धरातल विषम हो जाता है और उनमें कटे फटे उच्छल (Oraqs.) बहुत पाये जाते हैं। इसके विपरीत जिन क्षेत्रों में घोल का कार्य अधिक होता है, उनमें गाल धरातल अस्तित्व में आ जाता है। दोनों ही दशाओं में नदियाँ अबद्ध प्रसार्य को समुद्र में बहा ले जाती हैं। जलप्रवाह के कारण पर्वतों के पार्श्व नतोदर होते हैं। पर्वतों के गिबर नुकीले और कटे फटे होते हैं क्योंकि वहाँ तुषार के कारण यांत्रिक अपक्षरण बहुत होता है, दूसरी ओर निचले प्रदेशों में जहाँ घोल का कार्य अधिक महत्वपूर्ण होता है, गोल आकृति के टीले अस्तित्व में आ जाते हैं।

(४) ध्रुवीय प्रदेश

ध्रुवीय प्रदेश हिमाच्छादित होते हैं। इनमें ग्रीष्म ऋतु के अतिरिक्त जल का पृष्ठ-प्रवाह कभी नहीं होता। शिलाओं के क्षरण की क्रिया तापक्रम के विभेदन और पाले के कारण होती है। वनस्पति के अभाव में पवन द्वारा अनावृत्तीकरण बहुत होता है। अतएव अनेक दृष्टियों में इन क्षेत्रों का भूरूप उष्णप्रदेशीय मरुस्थलों से मिलता-जुलता है। उदाहरणार्थ पहाड़ियाँ वैसे ही ढालू होती हैं और निचले प्रदेशों में भी वैसे ही अबद्ध पदार्थ के निक्षेप पाये जाते हैं। भूरूप के विकास में हिमपात की मात्रा का भी बहुत प्रभाव पड़ता है। यदि हिम वृष्टि अधिक होती है, जैसे ग्रीनलैण्ड में, तो समस्त प्रदेश हिमस्तर से ढक जाता है अथवा हिमनदियाँ पर्वतों से तट की ओर प्रवाहित होती हैं, जिससे हिमप्रभावित भूदृश्य (Glaciated Topography) अस्तित्व में आ जाता है। इसकी विस्तृत विवेचना हिमनदियों के प्रकरण में की गई है। इन प्रदेशों में पर्वतों की चोटी नुकीली होती है, जिसे शृंग (Horn) कहते हैं। यह नुकीलापन पाले की क्रिया का ही फल है।

परीक्षा में पूछा गया प्रश्न :—

Describe in some detail the influence of climate on the development of landscape.

वारहवां परिच्छेद कास्ट एवं ग्रेनाइट भूदृश्य

१ कास्ट भूदृश्य

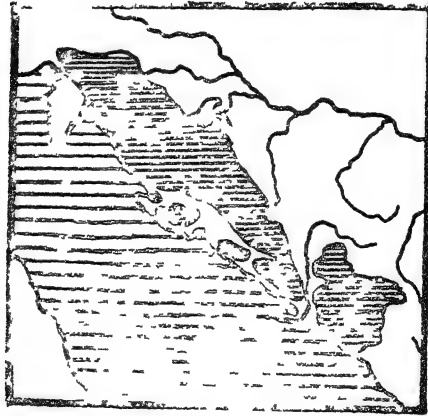
(१) भूमिका

चूने के पत्थर (Limestone) में दो ऐसे विशेष गुण होते हैं, जिनके कारण उसमें विशेष प्रकार का दृश्य विकसित होता है -

(१) वह ऐसी जल में जिसमें कार्बन डाइ आक्साइड घुली हो, घुल जाता है।

(२) उसमें लम्बवत् सन्धियों (Vertical Joints) की सुन्दर व्यवस्था होती है।

भूमिगत जल के सन्दर्भ में उपर्युक्त दोनों गुण महत्वपूर्ण हैं। अन्य शब्दों में "चूने के पत्थर के क्षेत्रों की संरचना और वहाँ के जलविज्ञान (Hydrology) में बड़ा घनिष्ठ संबंध है।"



चित्र ८४—एड्रियाटिक तट पर कास्ट भूदृश्य

(इस चित्र में दूर-दूर समानान्तर रेखाओं द्वारा एड्रियाटिक सागर प्रदर्शित किया गया है और पास-पास समानान्तर रेखाओं द्वारा तटीय कास्ट क्षेत्र)

चूने के पत्थर दो प्रकार के होते हैं —

(१) कठोर, निबिड़ एवं मणिभीय—इनमें कार्स्ट भूदृश्य विकसित होता है।

कार्स्ट (Karst) शब्द आस्ट्रिया के कार्स्ट जिले से बना है, जहाँ कार्स्ट भूदृश्य का पूर्ण विकास हुआ है।

(२) कोमल एवं रन्ध्री—इनमें जो भूदृश्य विकसित होता है, उसे 'चाक' (Chalk) की संज्ञा दी गई है।

(२) कार्स्ट भूदृश्य के उदाहरण

योरप में डिनारिक आल्प्स के क्षेत्र में कार्स्ट-भूदृश्य का सुन्दर विकास हुआ है। यह प्रदेश ५० मील चौड़ा और ८००० फुट ऊँचा है और इस्ट्रियन प्रायद्वीप के ८००० में यूगोस्लाविया होता हुआ एड्रियाटिक सागर के तट पर फैला हुआ है। इस प्रदेश में पृष्ठ-प्रवाह (Surface Drainage) प्रायः नगण्य है, केवल एक नदी नैरेन्टा है।

कार्स्ट भूदृश्य के अन्य उदाहरण निम्नलिखित हैं—

संयुक्त राष्ट्र अमेरिका—कैण्टुकी, वरजीनिया।

मध्य टैनेसी—फ्लोरिडा।

भारतवर्ष—किरथर श्रेणी, भेडावाट (जबलपुर), रोहतास का पठार, कर्नूल (मद्रास), काँगडा की घाटी, काश्मीर में मध्य हिमालय।

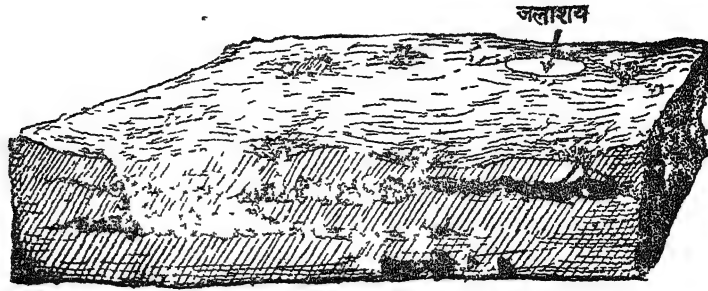
एशिया—उत्तरी मलाया

यूरोप—आल्प्स, जूरा और अपेनाइन पर्वत

सेन्ट्रल मासिफ (फ्रांस)

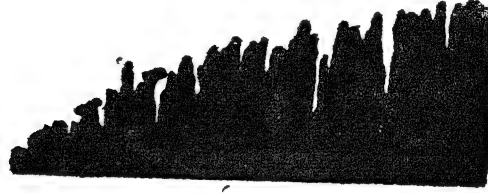
(३) कार्स्ट भूदृश्य के प्रमुख लक्षण

(१) ऐसे प्रदेशों में जहाँ चूने का पत्थर नग्न अथवा अनावृत रूप में पाया जाता है, लम्बवत् सन्धियाँ घोल के कारण चौड़ी हो गई हैं। यह तो पूर्व में उल्लेख हो ही चुका है कि चूने का पत्थर ऐसे जल में जिसमें कार्बन-डाइ-आक्साइड घुली हो, घुल जाता है। वर्षाजल जब वायुमंडल में गुजरता है, तब उसमें कार्बन-डाइ-आक्साइड घुल जाती है। पृथ्वी के धरातल पर यही जल प्रवाहित होता है और चूने के पत्थर की संधियों को चौड़ा कर देता है। इस प्रकार कुण्ड अथवा निगिर-छिद्र (Sink holes) अस्तित्व में आ जाते हैं।



चित्र ८५—निगिर-छिद्र (Swallow holes)

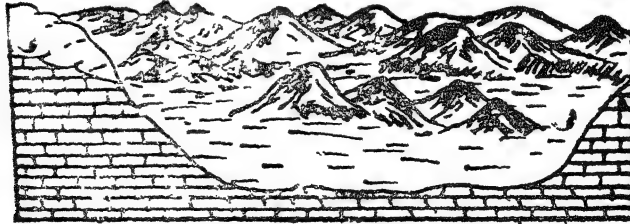
(२) ऐसे प्रदेशों में जिनमें घोल की क्रिया चर्मावस्था को पट्टच जाती है, कूट और शिखरो का जटिल जाल पाया जाता है। ऐसे क्षेत्र को फ्रासीसी भाषा में 'लैपिज' (Lapies) कहते हैं। चित्र ८६ में इसे प्रदर्शित किया गया है। चूने



चित्र ८६—अवकूट (Lapies)

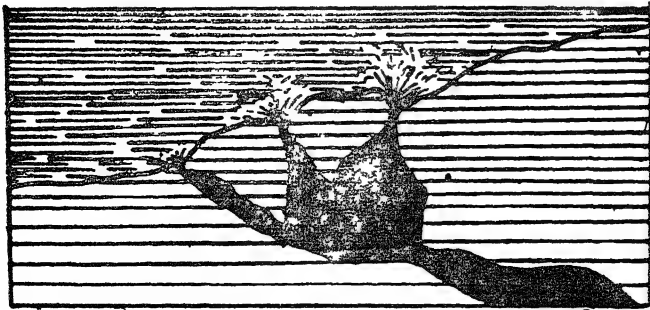
के पत्थर को घुलकर यह स्वरूप प्राप्त कर लेना स्वाभाविक ही है।

(३) जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है चूने के पत्थर के प्रदेश में पृष्ठकी दरारें घोल के कारण प्रस्तारित होकर 'कुण्ड' का रूप ले लेती हैं। ये दो प्रकार के होते हैं—(१) बेलनाकार (Cylindrical) एवं कीपाकार (Fun-



चित्र ८७—चूर्ण-कूटो (Hum) सहित राजकुण्ड (Polje)

nel shaped)। इन कुण्डों में पड़कर नदियाँ लुप्त हो जाती हैं। जब अनेक कुण्ड (Dolines) परस्पर मिल जाते हैं, तब जो वृहत् निम्न अस्तित्व में आ जाते हैं, उन्हें हम सकुण्ड (Uvala) कहते हैं। सकुण्डों का व्यास एक मील तक पाया जाता है। असाधारण रूप से बड़े उवालाओं अथवा सकुण्डों को राजकुण्ड (Polje) कहते हैं। उवाला में पाये जाने वाले चूने के पत्थर के अवशिष्ट टीलों को चूर्णकूट (Hums) कहते हैं। भूपृष्ठ से अथवा निगिर-छिद्रों से भूमिगत कन्दराओं (Underground caves) को मिलाने वाली 'सुरगों' को हम निसुरगा (Ponor) कहते हैं। Ponor शब्द सर्बियन भाषा का है। फ्रांसीसी भाषा में इसे 'अवेन्स' (Avens) कहते हैं। पोनर अथवा अवेन्स लम्बवत् भी हो सकते हैं और तिरछे भी। चित्र ८८ में इन्हें प्रदर्शित किया गया है।



चित्र ८८--निसुरगाओं द्वारा निगिर-छिद्रों का भूमिगत कन्दराओं से सम्बन्ध

(४) चूने के पत्थर के क्षेत्रों में घोल की क्रिया के फलस्वरूप भूमिगत कन्दरायें बहुत पाई जाती हैं। इनकी छतों से चूने के स्तम्भ लटका करते हैं। इन्हें हम आश्चुताश्म (Stalagmites) कहते हैं। इनके फर्श पर भी चूने के खम्भे पाये जाते हैं, जिन्हें हम निश्चुताश्म (Stalagmites) कहते हैं। छतों से लटकने वाले स्तम्भ पतले और लंबे होते हैं और फर्श पर बनने वाले स्तम्भ अपेक्षाकृत चौड़े और छोटे होते हैं। बहुधा छत से लटकता हुआ स्तम्भ फर्श के उठते हुए स्तम्भ से जुड़ जाता है।

आश्चुताश्म और निश्चुताश्म के बनने की क्रिया अत्यन्त सरल है। कन्दरा की छत से चूने का पानी च्यवित होता रहता है। कभी २ छत पर

लटकती हुई चूने के पानी की बूंद नीचे न गिरकर वही सूख जाती है। ऐसी अनेक बूंदों के परस्पर मिलजाने से आश्चुताश्म बन जाते हैं। जब बूंद नीचे गिरने में समर्थ होती है, तब उससे निश्चुताश्म बनते हैं।

(६) संक्षेप में, ऐसा क्षेत्र जिसमें कास्ट-भूदृश्य का पूर्ण विकास हुआ हो चूने के पत्थर के प्रदेश में टीलो और गड्डो का जालमात्र होता है। उसमें पृष्ठ-प्रवाह नहीं होता, केवल भूमिगत-प्रवाह होता है। ऐसे क्षेत्र में भूमिगत जल का पटल (Water-Table) क्षैतिज और समतल होता है तथा धरातल से काफी नीचे होता है। चूने के पत्थर के क्षेत्रों में नदियों की पूर्ण व्यवस्थाये पाई गई है, उदाहरणार्थ कैण्टुकी की मम्मथ नामक कन्दरा में इको (Echo) नदी। ये भूमिगत नदियाँ उन सभी प्रकृतिक नियमों का पालन करती हैं, जिनका पालन भूपृष्ठ की नदियाँ करती हैं। उदाहरण के लिये, इनकी घाटियाँ यॉत्रिक एवं रासायनिक अपक्षरण के उन्ही सूत्रों के अनुसार चौड़ी होती हैं जिनसे धरातल की नदियाँ।

सामान्यतः चूने के पत्थरके विस्तृत क्षेत्रों में संरचना एकसी होती है, किन्तु कभी इसमें अपवाद भी पाये जाते हैं, अर्थात् उसमें अशुद्धियाँ (Impurities) होती हैं। ऐसी दशा में विशेष प्रकार के अवशिष्ट-निक्षेप (Residual Deposits) अस्तित्व में आ जाते हैं, उदाहरणार्थ दक्षिणी योरप में टैरा-रोसा (Terra-rossa) के निक्षेप। ये निक्षेप चूने के पत्थर में अशुद्धियों के होने से बने हैं।

(४) कास्ट-प्रदेश में अपक्षरण-चक्र का विकास

(१) कास्ट-प्रदेश में अपक्षरण-चक्र के विकसित होने के लिये दो बातें आवश्यक हैं—

(i) किसी अमेद्य शिला-स्तर के ऊपर शुद्ध चूने के पत्थर का मोटा आवरण होना चाहिए।

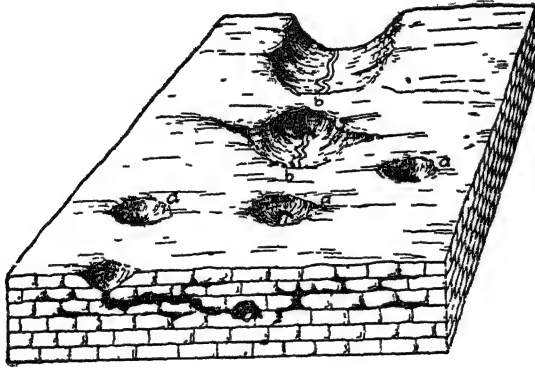
(ii) उसकी ऊपरी धरातल जल-पटल (Water Table) से काफी ऊपर होना चाहिये।

(२) कास्ट-प्रदेश में अपक्षरण चक्र का आरम्भ निम्नलिखित दो रीतियों से होता है—

(i) चूने के पत्थर के ऐसे क्षेत्र के अकस्मात्-ऊपर उठ जाने से जिसमें उन्मज्जन के पूर्व जल-पटल पृष्ठ के निकट हो और सामान्य अपक्षरण की क्रिया जारी हो।

(ii) धरातल की सामान्य प्रवाह-व्यवस्था द्वारा चूने के पत्थर के मोठे स्तर के ऊपरी आवरण का भँग हो जाना।

उपर्युक्त दोनों दशाओं में, आरम्भ में, धरातल पर धोल द्वारा सन्धियों चौड़ी होती है और निगिरछिद्र (Dolines) अस्तित्व में आते हैं। वास्तव में, निगिरछिद्र कार्स्ट भूदृश्य के अभिन्न अंग हैं। इन के माध्यम द्वारा प्रवाह का कुछ अंश भूमिगत प्रवाह में विलीन हो जाता है यद्यपि अधिकांश भाग पृष्ठ पर ही प्रवाहित होता है। अपक्षरण-चक्र की ज्यों-२ प्रगति होती रहती है, त्यों-२ अधिकाधिक चूने का पत्थर घुलता जाता है और निगिर-छिद्र, गहरे होते जाते हैं। एक ओर भूमिगत प्रवाह में अभिवृद्धि होती है और दूसरी ओर पृष्ठ-प्रवाह में ह्रास।



चित्र ८९-प्राकृतिक सेतुओं (Natural Bridges.) की निर्माण-क्रिया

निगिर छिद्र अथवा डोलाइन की संख्या और आकार में क्रमशः वृद्धि होती रहती है और कालान्तर में वे भूमिगत कन्दरा (Underground cave) का रूप ग्रहण कर लेते हैं। दो निगिर छिद्रों के सुरंग द्वारा जुड़ जाने से कभी-२ प्राकृतिक सेतु बन जाते हैं (चित्र ८९)। डोलाइन केवल धरातल पर प्रवाहित होने वाली नदी-नालियों के नितल तक ही सीमित नहीं रहते, प्रत्युत वे संपूर्ण क्षेत्र में फैल जाते हैं। परस्पर निकटवर्ती डोलाइनों के मिल जाने से सकुण्ड (Uvala) अस्तित्व में आ जाते हैं।

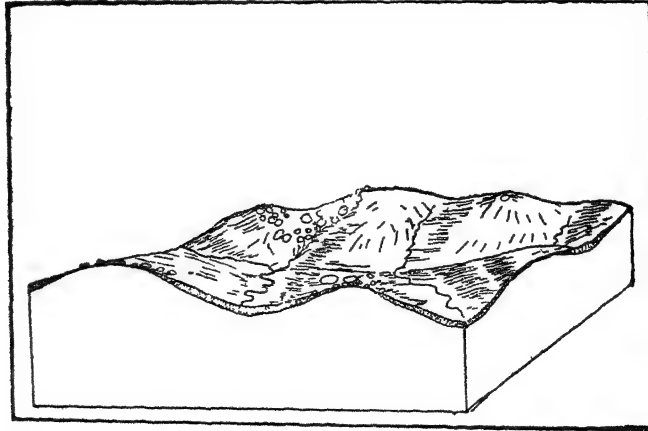
जो थोड़ी सी नदियाँ पृष्ठ पर प्रवाहित होती हैं, वे सकुण्डों अथवा डोलाइनो में गिरकर अकस्मात् लुप्त हो जाती हैं और उनकी घाटियाँ सूख जाती हैं। ऐसी घाटियों को 'अन्वी घाटियाँ', (Blind valleys) कहते हैं। जब इस प्रकार समस्त पृष्ठ-प्रवाह लुप्त हो जाता है, तब हमें यह समझना चाहिए कि अपक्षरण-चक्र प्रौढावस्था को प्राप्त कर चुका है।

प्रौढावस्था (Mature stage) में पृष्ठ-प्रवाह का स्थान प्रबल भूमिगत-प्रवाह ले लेता है। कन्दराओं की सख्या में उत्तरोत्तर वृद्धि होने से और कालान्तर में उनकी छतों के नष्ट हो जाने से अभेद्य शिलास्तर का ऊपरी धरातल प्रकट हो जाता है। लम्बवत् अपक्षरण की यह चर्म-मीमा है। इसकी प्राप्ति का अर्थ है पृष्ठ-प्रवाह का पुनः स्थापन। अपक्षरण-चक्र की अंतिम अवस्था में राजकुण्ड (Polje) बनते हैं और अशुद्धियों के अवशिष्ट-पुज चूर्ण-कूटो (Hum) का रूप ले लेते हैं।

२. ग्रेनाइट भूदृश्य

लक्षण

(१) ग्रेनाइट प्रदेश की एक मुख्य विशेषता दृश्य की अभिव्यक्ति है। भू-रूप सर्वत्र एक ही सा दृष्टिगोचर होता है। बड़े आकार के रूपधेय बहुत कम होते हैं। प्रायः सर्वत्र गोल टीले अथवा पहाड़ियाँ बिखरी रहती हैं।



चित्र ९०—ग्रेनाइट भूदृश्य

(२) ऊँचे स्थानों पर तथा घाटियों के शीर्षों पर गण्डाश्म (Boulder) पाये जाते हैं। कुछ प्रदेशों में जैसे जबलपुर (मध्य-प्रदेश) में गण्डाश्म भूदृश्य की विशेषता ही नहीं वरन् उसके अभिन्न अंग भी हैं।

(३) ग्रेनाइट प्रदेश में जल की बहुलता होती है। झरने भी बहुत पाये जाते हैं। इन्हीं के अनुसार मानव-वसति निर्धारित होती है।

भारतीय उदाहरण

मध्य-प्रदेश (विशेषतः जबलपुर) छोटा नागपुर का पठार, मध्य भारत तथा हैदराबाद के अनेक भागों में ग्रेनाइट-भूदृश्य पाया जाता है। दक्षिणी भारत में यह भूदृश्य उन स्थानों में पाया जाता है जहाँ ग्रेनाइट-नाइस (Granite Gneiss) से बना नीचे का शिला स्तर धरातल पर प्रकट हो गया है।

ग्रेनाइट भूदृश्य के विकास के कारण

१—ग्रेनाइट प्रदेश में गोल टोले इतलिये पाये जाते हैं कि वहाँ की शिलायें टूटती रहती हैं और टूटी हुई शिला के टुकड़े ढाल के अनुसार नीचे खिसकते रहते हैं। चित्र ९२ से स्पष्ट होगा कि ग्रेनाइट निर्मित रेत का स्तर अन्य भागों की अपेक्षा घाटियों के नितल में काफी मोटा है। ग्रेनाइट में



चित्र ९१—ग्रेनाइट प्रदेश में पाये जाने वाले गण्डाश्म (Boulders)

स्फटिक (Quartz) अभ्रक (Mica) तथा फ़ैल्स्पार (Feldspar) रहते हैं। फ़ैल्स्पार पानी में घुलनशील है। अतएव यद्यपि ग्रेनाइट शिला काफी कठोर होती है तथापि पानी के प्रविष्ट हो जाने से वह टूटती रहती है।

टूटने की यह क्रिया शिला-पृष्ठ के सभी भागों में समान रूप से होती है, जिससे उसकी आकृति क्रमशः गोल होती जाती है।

२—अन्य शिलाओं की भाँति ग्रेनाइट में भी दरारें पड़ जाती हैं। इन दरारों को प्रतन्वियों (Diaclasses) कहते हैं। ये दरारें बहुत सूक्ष्म होती हैं और तब तक दृष्टिगोचर नहीं होती जब तक विघटन (Decomposition) के कारण वे काफी चौड़ी नहीं हो जाती। इन दरारों में प्रविष्ट होकर जल शिलाओं के टूटने में सहायक होता है। यही कारण है कि ग्रेनाइट प्रदेश में नष्ट होते हुए गण्डारम दिखाई देते हैं। बहुधा वे अपने ही विनाश से बनी धूल में धँसे रहते हैं। टीलों पर और घाटियों में शिलाओं के नष्ट होने से बनी रेत जल-प्रवाह के साथ बह जाती है, जिससे गण्डारम अकेले दिखाई देते हैं।

जलवायु का प्रभाव

यहाँ पर यह उल्लेख कर देना उचित होगा कि ग्रेनाइट प्रदेश में सदैव यही भूदृश्य नहीं पाया जाता, जिसका पूर्व में वर्णन हो चुका है। उस पर जलवायु का भी प्रभाव पड़ता है—

(१) ऊँचे पर्वतीय प्रदेशों में गोल टीले नहीं पाये जाते बरन् कटी-फटी चोटियाँ अथवा विशीर्ण शिखर (Raggy d Peaks) पायी जाती हैं। इसका कारण यह है कि अनवृत्त शिला पर तापक्रम के विभेदन का प्रभाव पड़ता है। इसके अतिरिक्त प्रतन्वियों (Diaclasses) में प्रविष्ट पानी जब घनीभूत होता है, तब वह फैलता है। इस प्रकार शिला टूटती रहती है।

(२) उष्ण प्रदेशों में गोल टीले तो अवश्य जाते हैं, किन्तु उनके ढाल अपेक्षाकृत अधिक प्रपाती होते हैं। प्रचण्ड सूर्यातिपन्न एवं आर्द्रता के विभेदन में शिला टूटती रहती है और टूटे हुए शिलाखण्ड नीचे खिसक जाते हैं, जिससे ढाल प्रपाती होता जाता है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

✓ 1. Discuss the characteristic Features of Karst region.

(Agra B. A. Part 1, 1955).

2. What distinctive forms are produced by weathering in Karst regions. (Agra B. A. 1955).

3 Describe the important features of Karst topography. Illustrate with diagrams.

(Allahabad B. A. 1952).

4. What are the characteristics of landforms associated with limestone. (Allahabad B. A. 1949).

5 Describe the formation of Karst topography. Name the areas where this topography is commonly met with. (Allahabad B. A. 1948)

6. What is Karst topography? Describe the processes by which this relief is brought about.

(Agra B. A. 1941).

7. Explain how rocks influence topography. Illustrate your answer with reference to Limestone topography. (Agra B. A. 1954)

8. What factors make the hydrology and topography of limestone districts peculiar? Give a concise account of the topography and drainage of a limestone district preferably in India.

(I. A. S. Compet. 1953).

9. Write an account of the behaviour of underground water and related phenomena in Dinaric Karst. (Banaras M. A. and M. Sc. Geog. 1948).

10. Discuss the action of underground water in limestone regions (Banaras B. A. & B. Sc. 1951).

11. Describe and account for the typical features of scenery in a limestone district.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1949).

12. 'The morphology of limestone terrains is closely linked with their hydrology.' Discuss this statement with reference to some typical region.

(B. H. U., M. A. and M. Sc. Geog. 1950).

13. Describe the influence of rocks on topography in a typical region of India. Draw sketches to illustrate your answer. (Allahabad M. A. 1948).

14. What are the characteristics of limestone landscape? Write an account of the work of the rain and draw diagrams.

(Allahabad M. A. 1947).

15. Describe fully how running and underground water performs erosion in area of limestone rocks. What is characteristic scenery of a limestone district (Nagpur Inter. 1950)

16. Describe the characteristics of karst topography and explain the causes of such characteristics. In what way may a cycle of erosion be initiated in Karst regions. (Agra M. A. 1947)

17. What is Granite? Describe the main features of the granite relief found in the neighbourhood of Jabalpur (Nagpur Inter. 1947)

18. Explain how rocks influence topography. Illustrate your answer with reference to Granite

तेरहवां परिच्छेद मैदान, पठार और पर्वत

१. मैदान (PLAINS)

परिभाषा—भूगुष्ठ के ऐसे विस्तृत क्षेत्रों को जो सामान्यतः सागर समतल से ६०० फुट से कम ऊँचे होते हैं और जिनका धरातल समतल अथवा लगभग समतल होता है, हम 'मैदान' कहते हैं।

उत्पत्ति और वर्गीकरण

मैदान तीन प्रकार से बनते हैं —

- (१) अपक्षरण द्वारा
- (२) संचयन द्वारा
- (३) भूपर्पटी की गतियों द्वारा

(१) अपक्षरण द्वारा मैदान का निर्माण

जब कोई पर्वत पूर्णतः घिस जाता है अर्थात् उसके ऊपर बहने वाली नदियाँ अपने आधार-तल (Base Level) पर पहुँच जाती हैं, तब वह मैदान जैसा प्रतीत होता है। इसे हम 'समतलप्राय' (Peneplain) कहते हैं। इसके निर्माण की विस्तृत विवेचना 'अपक्षरण-चक्र' (Cycle of Erosion) के प्रकरण में हो चुकी है। संक्षेप में, पर्वत अपक्षरित होकर मैदान में परिणत हो जाता है। ऐसे मैदान अथवा समतलप्राय में कठोर शिलाओं से निर्मित टीले जो अपक्षरित होकर नष्ट नहीं होते शेष रहते हैं। उन्हें हम अतिसहिष्णु पर्वत (Monadnocks) कहते हैं।

(२) संचयन द्वारा मैदान का निर्माण

अपक्षरण के विभिन्न अभिकर्ता (जैसे हिम, वायु, जल, आदि) जहाँ भूतल के एक भाग को घिसते हैं, वहाँ वे दूसरे भाग में इस घिसे हुए पदार्थ को संचित भी कर देते हैं। इस प्रकार सम्पन्न संचयन द्वारा कभी-कभी मैदान बन जाते हैं, जिन्हें हम 'संचयन के मैदान' कह सकते हैं। ज्वालामुखी के उद्गार से निकले हुए लावा के निक्षेप से भी मैदान अस्तित्व में आ जाते हैं। इनकी गणना भी

‘सचयन के मैदानों’ के अन्तर्गत की जा सकती है। सचयन के मैदानों के प्रमुख प्रकार निम्नांकित हैं —

- १ नदी द्वारा संचित मैदान
- २ हिमानी द्वारा संचित मैदान
- ३ वायु द्वारा संचित मैदान
- ४ झील के भराव से अस्तित्व में आये हुए मैदान
- ५ आग्नेय क्रिया द्वारा संचित मैदान

१ नदी द्वारा संचित मैदान

ऐसे मैदानों को कछारी मैदान (Alluvial Plains) भी कहते हैं। उनकी रचना नदियों द्वारा लाये गये अवसाद से होती है। ससार के प्रमुख मैदान इन श्रेणियों के हैं। उदाहरणार्थ भारतवर्ष में सिन्ध-गंगा का मैदान, चीन में ह्वांगहो का मैदान, उत्तरी इटली में पो नदी का मैदान आदि।

बड़ी-बड़ी नदियाँ समुद्र में प्रतिवर्ष लाखों टन अवसाद जमा करती हैं जिसमें उनका नुहाना परता रहता है और कालान्तर में वह डेल्टा का भाग हो जाता है। पदार्थ में यह कहा गया है कि डेल्टा की प्रगति होती है (A delta advances)। गंगा आदि नदियाँ इस प्रकार अपने डेल्टा के क्षेत्र की अभिवृद्धि कर रही हैं।

(२) हिमानी द्वारा संचित मैदान

जब हिम नदी पिघल जाती है, तब वह सभी पदार्थों जिसे वह अपने साथ परिवाहित करती रहती है, धरातल के निम्नतम में एकत्र हो जाता है। योरोप का उत्तरी मैदान बहुत कुछ हिमानी-निक्षेप से निर्मित है। इसी प्रकार यदि पूर्वी इंग्लैंड में हिमानी के निक्षेप निकाल दिये जायें तो उसका अविकाश भाग सागर के गर्भ में चला जायगा। हिम नदियों के प्रकरण में उत्क्षालित स्थली (Outwash Plain) के निर्माण की विवेचना हो चुकी है।

(३) वायु द्वारा संचित मैदान

वायु द्वारा सम्पन्न निक्षेपण की क्रिया से भी मैदान बन जाते हैं। इसकी विस्तृत विवेचना ‘वायु की क्रिया’ शीर्षक प्रकरण में की गई है। चीन का लोयम प्रदेश इसका उदाहरण है।

(४) झील के भराव से मैदान की सृष्टि

कभी-कभी ऐसा होता है कि नदियों द्वारा लाये गये अवसादों से झील भर

जाती हैं और मैदान में परिणत हो जाती हैं। उत्तरी अमेरिका में आज जहाँ प्रेरी का हरा भरा प्रदेश वर्तमान है, वहाँ किसी समय अगासिज (Agassiz) नाम की झील थी।

झीलों के सूख जाने से भी मैदान बन जाते हैं। कैस्पियन सागर के उत्तरी भाग के सूख जाने से इस प्रकार मैदान बन गया है।

(५) आग्नेय क्रिया द्वारा संचित मैदान

ज्वालामुखी के उद्गार से जो लावा बाहर निकलता है वह धरातल के निम्नानों में भर जाता है और इस प्रकार कभी-कभी धरातल के पट जाने से मैदान बन जाते हैं। नेपिल्स के निकट विसूवियस ज्वालामुखी ने इसी प्रकार एक सुन्दर मैदान का सृजन किया है।

लावा-निक्षेप के अपक्षरित पदार्थ के संचयन से भी मैदान बन जाते हैं। मिश्र को 'नील नदी की देन' (Gift of the Nile) कहा जाता है। वास्तव में उसे 'आग्नेय क्रिया की देन' (Gift of the Igneous Activity) कहना चाहिये। अबीसीनिया के लावा-क्षेत्र का अपक्षरण कर नील नदी मिश्र में उपजाऊ भूमि का संचयन करती है। नील नदी का कार्य तो केवल परिवाहक का है, वास्तविक दाता तो आग्नेय-क्रिया है, अतएव मिश्र को आग्नेय-क्रिया की देन कहना चाहिये न कि नील नदी की देन।

(५) भूपर्पटी की गतियों के फलस्वरूप मैदान का निर्माण

कभी-कभी भूपर्पटी की गतियों के कारण महाद्वीपीय निवाय (Continental Shelf) ऊपर उठ जाता है, जिससे तटीय मैदान अस्तित्व में आ जाते हैं। संयुक्त राष्ट्र अमेरिका का द० पू० भाग इसी प्रकार बना है।

कभी-कभी भूपर्पटी की गतियों से झीलों का नितल ऊपर उठ जाता है और मैदान का रूप ले लेता है।

पृष्ठ की प्राकृति के अनुसार वर्गीकरण

इस दृष्टि से त्रिवर्था ने मैदानों को ४ श्रेणियों में विभाजित किया है—

(१) समतल मैदान (Flat Plains)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों का अन्तर ५० फुट से कम होता है।

(२) विषम मैदान (Undulating plains)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों का अन्तर ५० से लेकर १५० फुट तक होता है और ढाल नियमित होते हैं।

(३) टीलेदार मैदान(Rolling plains)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों का अन्तर १५० फुट से लेकर ३०० फुट तक होता है। इसमें ढाल प्रपाती हो सकते हैं।

(४) पहाड़ी मैदान(Rough dissected plain)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों का अन्तर ३०० फुट से लेकर ५०० फुट तक होता है। यह नदी-नालो के कारण कटा-फटा होता है।

मैदानों की मानवीय महत्ता

इतिहास के अध्ययन से विदित होता है कि सभ्यता का विकास मैदानों में ही हुआ है। ससार के सबसे अधिक धनवान्यपूर्ण एवं उन्नत प्रदेश मैदान ही हैं। विश्व की सबसे अधिक जनसंख्या मैदानों में रहती है, ससार के सबसे बड़े नगर मैदानों में स्थित हैं, तथा कृषि उद्योग और यातायात के सर्वश्रेष्ठ केन्द्र मैदान में ही हैं।

मानव-वसति (Human Settlement) की सुविधा

पर्वतों में खनिज और वनों की उपज भले ही प्रचुर परिमाण में प्राप्त हो किन्तु मानव-वसति के लिये वे सर्वथा अनुपयुक्त हैं। ससार की तीन-चौथाई जनसंख्या मैदानों में इनीलिये रहती है कि उसे वहाँ जीवन यापन की प्रत्येक सुविधा है। ससार के खाद्योत्पादन का ८०% से भी अधिक भाग मैदान प्रदान करते हैं।

कृषि की सुविधा

“ प्रायः प्रत्येक प्रकार के मैदान की भूमि उपजाऊ होती है। नदी द्वारा निर्मित—सिन्धु-गंगा का मैदान, वायु द्वारा निर्मित चीन का लौयस प्रदेश, आग्नेय क्रिया की देन मिश्र का डेल्टा-क्षेत्र, झील के निक्षेप से निर्मित कैस्पियन सागर का उत्तरी भाग—सभी अत्यन्त उर्वर होने के कारण—कृषि के लिये विशेष अनुकूल हैं। कृषि की दृष्टि से मैदानों में एक सुविधा यह भी होती है कि वे समतल होते हैं, जिसमें उनकी भूमि अपक्षरित होकर बहने नहीं पाती प्रत्युत क्रमशः एक के बाद दूसरा स्तर एकत्र होता रहता है। समतल होने के कारण उनमें सिंचाई की भी सुविधा होती है। सिन्धु-गंगा के मैदान में नहरों का जाल सा बिछा हुआ है। यदि यह क्षेत्र मैदान न होता तो नहरों की स्थापना दुष्कर होती।

आवागमन की सुविधा

समतल होने के कारण मैदानों में सड़के और रेलमार्ग सरलता से बनाये जा सकते हैं। अधिकांश मैदानों में नदियाँ तो होती ही हैं, वे प्राकृतिक आवागमन के पथ का कार्य करती हैं।

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है मैदान धन्यवान् से सम्पन्न होते हैं, जिससे उनमें आक्रमण होते रहते हैं। आक्रमणकारियों को मैदानों में प्रविष्ट होने के लिये कोई भौतिक बाधा नहीं पड़ती क्योंकि वे समतल होते हैं। इस प्रकार मैदानों के माध्यम द्वारा जातियों, सभ्यताओं, भाषाओं और संस्कृतियों का परस्पर सम्मिलन होता रहता है।

पठार

परिभाषा—ऐसे चौड़े, प्रायः समतल और विस्तृत स्थलखण्ड को जो सागर पृष्ठ से ६०० फुट से अधिक ऊँचा हो हम पठार कहते हैं।

पठारों का वर्गीकरण .

पठारों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है—

- (१) उत्पत्ति के विचार से
- (२) पृष्ठ की प्रकृति के विचार से
- (३) स्थिति की विचार से
- (४) जलवायु के विचार से
- (५) आकृति के विचार से

(१) उत्पत्ति के विचार से वर्गीकरण

उत्पत्ति की दृष्टि में हम पठारों को मुख्यतः दो विभागों में विभाजित कर सकते हैं —

(१) सरल अथवा साधारण पठार—इसी श्रेणी के अन्तर्गत वे पठार आते हैं, जिनका निर्माण किसी एक अभिकर्ता से हुआ हो जैसे—

(क) हिमानी-निर्मित पठार—इसका उदाहरण काश्मीर में पाये जाने वाले 'मार्ग' (Margs) हैं, जिनकी रचना अन्त्य हिमोढ़ (Terminal Moraines) से हुई है।

(ख) आग्नेय क्रिया द्वारा निर्मित पठार—इसके पुनः दो उपविभाग किये जा सकते हैं.—

(1) अन्तर्वर्ती पठार (Intrusive Plateaus)—इनका निर्माण भूपृष्ठ के नीचे होता है। कालान्तर में जब अपक्षरण द्वारा इनका जलज शिलाओं का आवरण नष्ट हो जाता है, तब ये प्रकट हो जाते हैं। उदाहरण—छोटा नागपुर का पठार।

(II) बहिर्वर्ती पठार—(Extrusive Plateaus)—जब पृथ्वी के अन्दर का लावा अग्नेय क्रिया द्वारा भूपृष्ठ पर आकर पठार के रूप में संचित हो जाता है, तब उसे हम बहिर्वर्ती-पठार कहते हैं। उदाहरण—दक्षिण सोपानाश्म (Deccan Trap)।

(ग) वायुनिर्मित पठार—ये पठार वायु के परिवाहन एवं निक्षेपण से बनते हैं। रावलपिण्डी का पोटवार नामक पठार इसका सुन्दर उदाहरण है।

(घ) जल द्वारा निर्मित पठार—नदियाँ समुद्र में अपने अवसाद एकत्र करती रहती हैं, जो कालान्तर में शिलाओं का रूप ले लेते हैं। कभी-कभी भूपर्पटी की गतियों के कारण ये शिलास्तर पठार के रूप में ऊपर आ जाते हैं। विन्ध्य का पठार इसका उदाहरण है।

(२) मिश्रित अथवा जटिल पठार—इनका निर्माण अनेक अभिकर्ताओं की संयुक्त क्रिया में होता है। उदाहरणार्थ—भारतवर्ष के दक्षिणी पठार में सभी प्रकार की शिलायें—आग्नेय जलज एवं परिवर्तित पाई जाती हैं। इनके निर्माण के लिये आग्नेय क्रिया एवं जल दोनों ही अभिकर्ता उत्तरदायी हैं।

पृष्ठ की प्रकृति के अनुसार पठारों का वर्गीकरण

इस दृष्टि से डा० चिब्वर नें पठारों के दो विभाग किये हैं—

(१) उत्यली (Plateau) इनका घरातल विषम होता है।

(२) गिरिप्रस्थ (Tableland) इनका पृष्ठ समतल होता है।

(३) स्थिति के अनुसार वर्गीकरण

इस दृष्टि में पठारों के अनेक विभाग किये जा सकते हैं, जैसे—

(१) अन्तर-पर्वतीय पठार (Intermont Plateaus)—ऐसे पठार चारों ओर से पर्वतों द्वारा घिरे होते हैं जैसे तिब्बत का पठार।

(२) पर्वतपदीय पठार (Piedmont Plateaus)—इन पठारों के एक ओर पर्वत होते हैं और दूसरी ओर मैदान अथवा सागर उदाहरणार्थ दक्षिणी

अमेरिका का पटागोनिया का पठार जो एण्डीज पर्वत और अटलांटिक महासागर के मध्य में स्थित है।



चित्र ९२—ए अन्तर्वर्तीय पठार

(३) महाद्वीपीय पठार (Continental Plateaus)—ये सागर अथवा निचले प्रदेशों पर अकस्मात् ऊपर उठे रहते हैं और इनका क्षेत्रफल सहस्रों वर्गमील होता है। उदाहरण—दक्षिणी अफ्रीका का पठार।

(४) तटीय पठार (Coastal Plateaus)—ये तट पर स्थित होते हैं, जैसे भारतवर्ष में कारोमण्डल का पठार।

(४) जलवायु के अनुसार वर्गीकरण

जलवायु के विचार से पठारों के अनेक विभाग किये जा सकते हैं, जैसे—

(१) मरुस्थलीय पठार (Arid Plateau)—रावलपिण्डी का पोटवार नाम पठार इसी श्रेणी का है। यह मरुस्थल में स्थित है।

(२) आर्द्र पठार (Humid Plateau)—जो आर्द्र-जलवायु के प्रदेश में पाये जाते हैं। उदाहरण—आसाम का पठार।

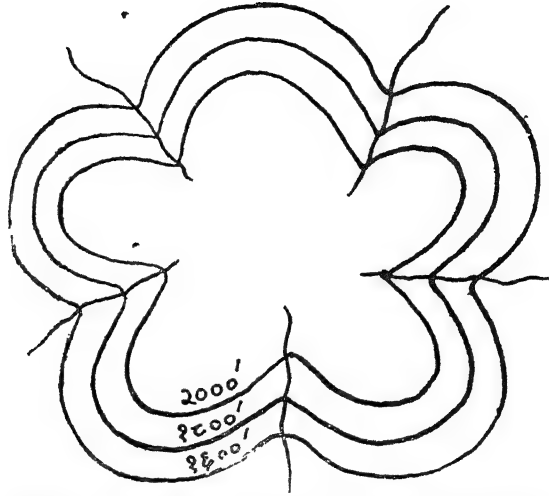
(३) हिम पठार (Ice Plateau)—ये ध्रुवीय जलवायु के प्रदेश में पाये जाते हैं। उदाहरण—ग्रोनलैण्ड का पठार। आदि आदि

५. आकृति के अनुसार वर्गीकरण

इस दृष्टि से भी पठारों का विभाजन किया जा सकता है—जैसे—

(१) गुम्बदाकार पठार (Dome Shaped Plateau)—इनका बाह्य पृष्ठ गुम्बद के सदृश गोलाकार होता है। उदाहरण—छोटा नागपुर।

(२) कटे-फटे पठार (Dissected Plateau)—ऐसे पठार नदी-



चित्र १३—कटाफटा पठार (Dissected Plateau)

नालों से कटे होते हैं। चित्र से यह कथन स्पष्ट होगा। आसाम का पठार इसका सुन्दर उदाहरण है।

(३) सीढ़ीदार पठार (Step like Plateau)—जैसा कि इनके नाम से स्पष्ट है इनका धरातल सीढ़ियों के अनुरूप होता है। उदाहरण—मिर्जापुर के दक्षिण में विन्ध्य का पठार।

(४) पुनर्वर्धित स्थलीप्राय (Rejuvenated Peneplain)—इसकी व्याख्या 'अपक्षरण-चक्र' के प्रकरण में हो चुकी है। अरावली प्रदेश इसका उदाहरण है। आदि आदि

पठारों की मानवीय महत्ता

लाभ

पठारों से मनुष्यों को अनेक लाभ हैं, जैसे—

(१) ससार के अनेक पठारों के अपक्षरण से प्राप्त भूमि कृषि के लिये बहुमूल्य सिद्ध हुई है। दक्षिणी भारत का काली मिट्टी का प्रदेश कपास के उत्पादन के लिये आदर्श है।

(२) अनेक पठारों पर जल संचित किया गया है। स्वाकृष्टि-नहरों (Gravity canals) द्वारा यह जल सिंचाई के कार्य में लाया जाता है।

(३) अनेक विषम एवं आर्द्र पठारों में (जैसे आसाम के पठार में) प्रपात पाये जाते हैं। इनमें विद्युत् उत्पन्न की जा सकती है।

(४) आग्नेय क्रिया से निर्मित पठार आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण है। उदाहरणार्थ भारतवर्ष के दक्षिणी पठार में अनेक बहुमूल्य खनिज जैसे—लोहा, सोना, मैंगनीज, आदि पाये जाते हैं।

(५) अनेक पठारों से इमारती पत्थर निकाले जाते हैं।

दोष

मानव-वसति के दृष्टिकोण से निम्नलिखित पठार व्यर्थ हैं —

- (१) जिनकी जलवायु अस्वास्थ्यकर हो।
- (२) जिनकी भूमि उपजाऊ न हो
- (३) जो अत्यन्त कटे फटे हो
- (४) जो अत्यधिक ऊँचे हो

पर्वत

परिभाषा—ऐसे स्थलखण्ड को—

- (१) जो अपन चारों तरफ के क्षेत्र को अपेक्षा यथेष्ट ऊँचा हो
- (२) जिसकी चोटी का क्षेत्रफल आधार में कम हो और
- (३) जिसकी ऊँचाई पहाड़ी से अधिक हो, हम पर्वत कहते हैं।

पहाड़ और पहाड़ी में केवल ऊँचाई का अन्तर है। पहाड़ी की ऊँचाई ३००० फुट से कम होती है और पहाड़ की अधिक।

पर्वतों का वर्गीकरण

पर्वतों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है—

- (१) उत्पत्ति के विचार में
- (२) आयु के विचार में
- (३) भौगोलिक व्यवस्था के अनुसार

१ उत्पत्ति के विचार से पर्वतों का वर्गीकरण

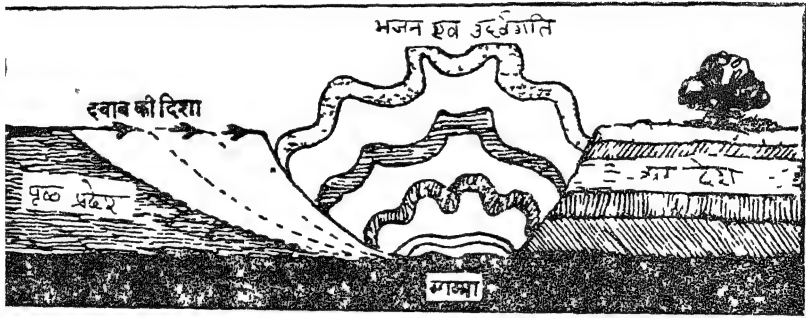
उत्पत्ति के विचार से हम पर्वतों को चार भागों में बाँट सकते हैं —

- (१) भजित (Folded) पर्वत
- (२) सवर्ग (Block) पर्वत
- (३) ज्वालामुखीय पर्वत

तथा (४) अवशिष्ट पर्वत (Residual Mountains) अथवा अनावृनीकरण (Denudation) के पर्वत।

(१) भंजित पर्वत (Folded Mountains)

पारिस्विक दबाव के कारण भूपर्पटी के मुड़ जाने से ये अस्तित्व में आ जाते हैं। इनके बनने की दो विधियाँ हैं — (१) कभी-कभी भूपर्पटी के दो विशाल खण्ड एक दूसरे के निकट आते हैं (२) कभी-कभी एक ही खण्ड दूसरे स्थायी खण्ड की ओर गतिशील होता है। भूपर्पटी की गतियों के प्रकरण में भजन (Folding) की विभिन्न प्रकारों की विवेचना हो चुकी है। पृथ्वी के इतिहास में कम से कम तीन ऐसे काल अवश्य हुए हैं, जिनमें भजित पर्वत-श्रेणियाँ अस्तित्व में आई हैं। भजित श्रेणियों के अन्तर्गत वे सभी पर्वत आ जाते हैं जो भजन के फलस्वरूप बने हैं—चाहे वे पुराने हों अथवा नवीन। हिमालय, आल्प्स, पिरिनीज आदि सभी



चित्र ९४—भजित पर्वत का निर्माण

भजित पर्वत-श्रेणियाँ हैं। जहाँ तक हिमालय की निर्माण-क्रिया का सम्बन्ध है, इस दशा में बल उत्तर की ओर से लगा और प्रायद्वीपीय भारत ने उसे रोका।

(२) संवर्ग पर्वत (Block Mountains)

भूपर्पटी की गतियों के प्रकरण में विभगन (faulting) के वृत्त (Phenomena) की विवेचना हो चुकी है। उसी सन्दर्भ में 'होस्ट' (Horst) अथवा सवर्ग पर्वत (Block mountain) का भी उल्लेख हुआ है। 'होस्ट' दो सामान्य विभगों के बीच में ऊपर उठा हुआ स्थल-खण्ड है। यह दो रीतियों से बनता है—(१) या तो विभगों के बीच का स्थल-खण्ड उठ जाता है या (२) विभगों के बाहर के स्थल-खण्ड नीचे धँस जाते हैं। स्पष्ट है, कि सवर्ग पर्वत (Block mountain) के किनारे ढालू होंगे।

(३) ज्वालामुखीय पर्वत

ज्वालामुखी के उदगार से निकला हुआ पदार्थ उसके मुख के चारों ओर नचित हो जाता है और पर्वत का निर्माण करता है। ऐसे पर्वत का विस्तार और ऊँचाई लावा की प्रकृति पर निर्भर है। आम्लिक लावा में सैकजा (Silica) की मात्रा अधिक होती है, जिससे वह गाढ़ा होता है अतएव वह दूर तक नहीं बह पाता। इसका उदाहरण मार्टिनिक का पेली नामक पर्वत है। इसके विपरीत क्षारीय लावा में सैकजा की मात्रा कम होती है, जिसमें वह पतला होता है और दूर तक बह जाता है। इसके निक्षेपण से जो पर्वत बनते हैं, उनका ढाल बड़ा ही मन्द होता है। उदाहरणार्थ हवाई द्वीपसमूह में स्थित मोनालोआ नामक ज्वालामुखीय पर्वत का ढाल केवल ५° है, यद्यपि उसका व्यास १०० मील के लगभग है।

(४) अवशिष्ट पर्वत (Residual Mountains)

जब कोई क्षेत्र समुद्र के गर्भ से उठकर ऊपर आता है, तब उसे प्रकृति के विभिन्न अभिकर्ता जैसे वायु, हिम, जल आदि घिसना आरम्भ कर देते हैं। सभी शिलायें एक ही गति में नहीं घिसती हैं—कुछ शिलायें कठोर होती हैं और कुछ कोमल। परिणाम यह होता है कि कालान्तर में प्रदेश के कठोर भाग पर्वतों के रूप में अवशिष्ट रह जाते हैं और मृदुल भाग घिसकर घाटियों का रूप ले लेते हैं। महादेव, सतपुड़ा आदि ऐसे ही अवशिष्ट पर्वत हैं।

(२) आयु के विचार के पर्वतों का वर्गीकरण

पृथ्वी के भौमिकीय इतिहास में कम से कम तीन ऐसे युग अवश्य हुए हैं, जिनमें पर्वत बने हैं—

(१) कैलिडोनियन (Caledonian)—यह गिरि-निर्माण-काल प्रवालादि-मत्स्य (Siluro-Devonian) युग में हुआ। उत्तरी आयरलैण्ड, स्कॉटलैण्ड तथा स्कैण्डिनेविया के पर्वत इसके अन्तर्गत हैं।

(२) अल्पायु, वैरिस्कन, आरमोरिकन अथवा हर्सीनियन—यह गिरि-निर्माणकाल गिरि-अगार (Permian-Carboniferous) युग में हुआ। इसके अन्तर्गत उत्तरी अमेरिका का अपैलेशियन, इंग्लैंड का पैनाइन्स, फ्रांस का सेन्ट्रल मासिफ, बोहेमिया का पठार, द० अफ्रीका की अन्तरीप श्रेणियाँ एवं एशिया का अल्ताई पर्वत आदि आते हैं।

(३) टर्शरी (Tertiary) अथवा अल्पाइन (Alpine)—जैसा कि नाम से स्पष्ट है यह गिरि-निर्माण काल तृतीयक युग (Tertiary

Period) के आरम्भ में हुआ। आल्प्स, हिमालय, रॉकी, एव एण्डीज आदि पर्वत इमी के अन्तर्गत हैं। यह तो प्रकट ही है कि ये पर्वत सबसे कम आयु के हैं।

(३) भौगोलिक व्यवस्था के अनुसार वर्गीकरण

वौरसेस्टर ने पर्वतों का एक अन्य वर्गीकरण प्रस्तुत किया है, जो भौगोलिक व्यवस्था पर आधारित है। इसके अनुसार पर्वतों के निम्नलिखित भेद हैं —

(१) कार्डिलैरा (Cordilleras)

(२) प्रणालियाँ (Systems)

(३) श्रेणियाँ (Rangess)

(४) श्रृंखलाये (Chains)

(५) समूह (Groups)

तथा (६) एकाकी पर्वत (Isolated individual units)

(१) कार्डिलैरा (Cordilleras)

कार्डिलैरा एक सामान्य उच्च भूमि का प्रदेश है जो बहुत सी पर्वत-प्रणालियों (Systems) से बना होता है। इन प्रणालियों में उत्पत्ति और आयु की दृष्टि से बड़े अन्तर होते हैं। इसका उदाहरण सयुक्त राष्ट्र अमेरिका के उत्तर-पश्चिम में स्थित कार्डिलैरा पर्वत है।

पर्वत-प्रणाली बहुत सी ऐसी श्रृंखलाओं पर्वत प्रणाली (Chains) और समूहों (Groups) में मिलकर बनती हैं, जिनकी उत्पत्ति और आयु में घनिष्ट सम्बन्ध होता है। उदाहरण—अपैलेशियन प्रणाली।

३ पर्वत श्रेणी (Ranges)

जब पर्वत लम्बी और सकरी पट्टियों में व्यवस्थित होते हैं तब हम उन्हें श्रेणी (Ranges) कहते हैं। आयु और उत्पत्ति की दृष्टि से ये परस्पर सम्बन्धित होती हैं। यह संभव है, कि शिखरों की संरचना में स्थानीय विभेदन हो, किन्तु सम्पूर्ण श्रेणी का भौम्याकारिकीय इतिहास (Physiographic history) एक सा होता है। उदाहरण—हिमालय।

४ पर्वत समूह (Mountain groups)

अनेक उच्च-म्यलखण्ड ऐसे पर्वतों से मिलकर बनते हैं, जिनमें कोई व्यवस्था नहीं होती। ऐसे पर्वतों को पर्वत-समूह कहना ही उचित होगा। इसका एक सुन्दर उदाहरण सयुक्त राष्ट्र अमेरिका के सान जुआन पर्वत है, जो कौलोरेडो

के द० प० भाग में स्थित है। इस प्रदेश का क्षेत्रफल कई सहस्र वर्ग मील है और इसमें कई सौ ऊँचे पर्वत हैं, किन्तु उनमें कोई व्यवस्था नहीं है। लाखों वर्ष पहले यह प्रदेश गुम्बद के रूप में उठा था, तदनन्तर ज्वालामुखीय शिलाओं के हजारों फुट ऊँचे स्तर ने इसे ढक लिया और अन्त में नदियों एवं हिमनदियों ने इसे काटकर अव्यवस्थित पर्वत समूह का स्वरूप प्रदान कर दिया।

५ पर्वत श्रृंखला (Mountain Chains)

उद्गम एवं आयु की दृष्टि से असमान पर्वत जब लम्बी और सफरी पट्टियों में पाये जाते हैं, तब उन्हें हम पर्वत-श्रृंखला कहते हैं। श्रृंखला शब्द ज्वालामुखियों के लिये विशेषरूप से प्रयुक्त होता है जैसे हवाई, अत्यूशियन अथवा जापान के ज्वालामुखी।

६ एकाकी अथवा एकलित पर्वत (Isolated Mountains)

अकेले इक्के-दुक्के पर्वत अपवाद की दशा में पाये जाते हैं। इनकी उत्पत्ति अधिकांशतः ज्वालामुखीय क्रिया अथवा विस्तृत अपभरण से होती है।

पर्वतों की मानवीय महत्ता .

(Human importance of Mountains)

पर्वतों से हानि और लाभ दोनों हैं। जहाँ मानव-वसति (Human Settlements) के लिये पर्वत अनुपयुक्त हैं, वहाँ वे प्राकृतिक साधनों के भण्डार हैं। पर्वतों के महत्व पर अन्य लिखे जा सकते हैं। यहाँ पर केवल सकेत मात्र ही संभव है।

१ प्रतिरक्षा (Defence)

पर्वतों में एक बड़ा लाभ यह है कि वे प्राकृतिक किलेबंदी के रूप में देश की रक्षा करते हैं। प्राचीनकाल में इस दृष्टि में इनका महत्व बहुत था। आधुनिक युग में विज्ञान ने इतनी उन्नति कर ली है, कि वे अवरोधक के रूप में अधिक प्रभावशाली नहीं रह गए हैं।

(२) जलवायु

पर्वतों का जलवायु पर बड़ा प्रभाव पड़ता है। इस सम्बन्ध में केवल एक उदाहरण पर्याप्त होगा। यदि भारतवर्ष के उत्तर में हिमालय पर्वत न होता, तो सिन्धु-गंगा का मैदान जो आज जगत के सबसे अधिक जनसंख्या पूर्ण मैदानों में से एक है, मरुस्थल होता।

(३) आर्थिक महत्ता

पर्वतों से जलविद्युत, खनिज, लकड़ी एवं वनों की विविध उपजें उपलब्ध होती हैं ।

(४) स्वास्थ्य मनोरंजन एवं अध्ययन के साधन

नैसर्गिक सौन्दर्य की अनुभूति के लिये प्रतिवर्ष सहस्रों व्यक्ति पर्वत पर जाते हैं । कवियों, दार्शनिकों, एवं कलाकारों को पर्वतीय दृश्यों से प्रेरणा मिलती है । भूगोलवेत्ताओं, भूगर्भवेत्ताओं एवं प्राणीशास्त्रवेत्ताओं के लिये पर्वतों में अनुसन्धान का विशाल क्षेत्र पड़ा हुआ है । घनिकवर्ग के सुकुमार व्यक्ति मैदान की ग्रीष्मकालीन कड़ी धूप से घबराकर नैनीताल, मसूरी आदि में शरण लेते हैं । शिकारी शिकार के लिये और वैद्य जड़ी बूटियों की खोज में पर्वतों में भ्रमण करते हैं ।

(५) कृषि एवं आवागमन के विचार से

धरातल के पथरीले एवं विषम होने के कारण पर्वतों में कृषि का क्षेत्र बड़ा ही सीमित होता है । एक निश्चित ऊँचाई तक ही खेती संभव है, अधिक ऊपर तापक्रम इतना कम होता है कि कृषि किसी प्रकार भी संभव नहीं है । भूमि के अपक्षरण को रोकने के लिये पर्वतीय क्षेत्रों में उत्तलों (Terraces) की व्यवस्था करनी पड़ती है । पर्वतीय प्रदेश के सीमित साधन वहाँ के निवासियों को परिश्रमी बना देते हैं ।

पर्वतों में आवागमन बड़ा कठिन होता है । पर्वतीय प्रदेशों में सड़कें और रेल मार्ग बनाना दुष्कर एवं व्ययजन्य कार्य है । भारतवर्ष और ब्रह्मा के बीच में पर्वतश्रेणियाँ होने से ऐसा कोई भी रेल मार्ग नहीं है जो इन मित्र राष्ट्रों को मिलाये ।

(६) प्रथक्कारी प्रभाव (Isolating Influence)

पर्वतों के बीच में आ जाने से लोग परस्पर सम्पर्क में नहीं आ पाते । इसका एक सुन्दर उदाहरण मध्य योरोप है जहाँ पर्वतों के बीच में आ जाने से अनेक भाषाएँ विकसित हो गई हैं ।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1. Describe the formation of plains and give the types formed under various conditions.

(Allahabad B. A. 1952).

2. Give an account of the formation of plains. State the various kinds and give their uses.

(Agra B. A. 1948, 51 and 54).

3. Describe the chief types of plains and give an account of the cause to which they are due.

(Ajmer Inter. 1949, U.P. Inter. 1944).

4. Discuss the various classifications of plateaus with special reference to India and the adjacent countries.

(Banaras M. A. & M. Sc. Geog. 1948).

5. What do you understand by mountain building? Describe the chief types of mountains giving an account of the cause to which they are due.

(Ajmer Inter. 1950).

6. What are mountains? How are they formed? Give all the theories about their origin.

(Agra B. A. 1950).

7. Discuss the origin of folded mountains and give examples.

(Allahabad B. A. 1951).

8. How would you prove that the rocks that form the mountain today were formed under the sea? Describe the full processes of mountain formation with the help of suitable diagrams.

(Allahabad B. A. 1948).

9. Write notes on—

(a) Geo-syncline- (Agra B. A. 1952).

(b) Block Mountain.

(Banaras B. A. & B. Sc. '50 ; Nagpur Inter. 1951).

10. What is a Geo-syncline? 'The formation and filling of a geo-syncline are, apparently, the necessary prelude to the formation of a folded mountain range on the same site.' Discuss.

चौदहवाँ परिच्छेद

झीलें (LAKES)

१ परिभाषा

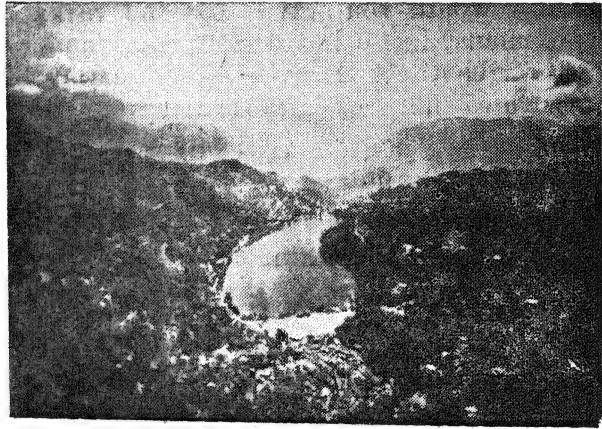
पृथ्वी के स्थलखण्डों के उन प्राकृतिक निम्ननों (Depressions) को, जिनमें पानी भरा रहता है, हम 'झील' कहते हैं।

२. वितरण

विषुवतरेखा से लेकर ध्रुवों तक प्रत्येक क्षेत्र और प्रत्येक जलवायु में झीलें पाई जाती हैं।

३. विस्तार

विस्तार अथवा क्षेत्रफल की दृष्टि से झीलें नैनीताल की झील से लेकर, जिसका



चित्र १५—नैनीताल की झील

क्षेत्रफल केवल एक चौथाई वर्ग मील है, कैस्पियन सागर तक के आकार की, जिसका क्षेत्रफल १७०,००० वर्गमील है, पाई जाती है।

संसार की कुछ उल्लेखनीय झीलें

संसार की कुछ झीलें स्थिति, आकृति, विस्तार अथवा गहराई के दृष्टि से उल्लेखनीय हैं। उत्तरी अमेरिका की पाँच बृहद् झीलें—सुपीरियर, ह्यारन, मिशीगन, एरी और औण्टेरियो—भूमण्डल में सबसे महत्वपूर्ण झील-शृंखला का निर्माण करती हैं। पेरू एवं बोलिविया की टिटीकाका नामक झील संसार की बड़ी झील में सर्वोच्च है। कैस्पियन सागर विस्तार में सबसे बड़ा है। साइबेरिया की बेकाल नामक झील सबसे अधिक गहरी है। सबसे अधिक निम्नतल की झील कृष्णसागर है। सूडान की चैड नामक झील यद्यपि गहराई में केवल ८ से १२ फुट है, तथापि ऋतुओं के अनुसार पृष्ठ-विस्तार के विभेदन की दृष्टि से सबसे अधिक महत्वपूर्ण है। ग्रीष्म ऋतु में इसके जलपृष्ठ का क्षेत्रफल केवल १०,००० वर्ग मील रह जाता है, जब कि वर्षा ऋतु में इसका विस्तार ५०,००० वर्ग मील हो जाता है।

अन्य दृष्टियों से भी कुछ झीलों का बड़ा महत्व है। उदाहरण के लिये भूगोल और भूगर्भ दोनों क्षेत्रों में दक्षिणी अफ्रीका की झीलों की उत्पत्ति विवाद का विषय रहा है। यह तो अब निश्चित हो चुका है, कि उनकी उत्पत्ति विभगन की क्रिया से हुई है, किन्तु ये दरार-घाटियाँ कैसे बनी—इस सम्बन्ध में अनेक मत हैं। मनोरंजन की दृष्टि से काश्मीर और स्विट्जरलैण्ड की झीलें अग्रगण्य हैं। इनके अतिरिक्त अनेक झीलों की ऐतिहासिक महत्ता है जैसे जैनेवा झील। इसका मुख्य कारण उसकी स्थिति है।

५ भारतीय झीलें

भारतवर्ष में झीलों का अभाव है, जो थोड़ी सी हैं भी, उनमें कोई भी बहुत विस्तृत नहीं है।

कुछ प्रमुख भारतीय झीलें का परिचय नीचे दिया जा रहा है —

(क) अप्रायद्वीपीय भारत

(१) हिमालय प्रदेश

इस प्रदेश की झीलों में मानसरोवर सबसे अधिक महत्वपूर्ण है। इसका क्षेत्रफल लगभग २०० वर्ग मील है। सतलज और सिन्धु नदियाँ यहीं से निकलती हैं।

(२) काश्मीर की झीलें

काश्मीर की झीलों में वुलर और डल प्रमुख हैं। वुलर झील का क्षेत्रफल

लगभग ४४ वर्ग मील है। इसमें झेलम नदी गिरती है और फिर बाहर निकल आती है। डल झील लगभग ५ मील लम्बी और २ मील चौड़ी है। यह श्रीनगर के पूर्व में स्थित है।

(३) कुमायूँ की झीले

इनमें मुख्य निम्नलिखित हैं —

(१) नैनीताल—इसकी महत्ता इसी से प्रकट है, कि इस पर स्थित नगर का नाम भी नैनीताल पड़ गया है। यह नगर उत्तर प्रदेश की ग्रीष्मकालीन राजधानी है। इस नगर के सौन्दर्य का केन्द्र बिन्दु यहीं झील है। इसकी अधिक से अधिक लम्बाई चौड़ाई और गहराई क्रमशः लगभग ४॥ हजार फुट, १॥ हजार फुट और ८७ फुट है। दक्षिण-पश्चिमी किनारे को छोड़कर जहाँ से बलिया नदी निकली है—ये प्रायः सभी ओर से पर्वतों से घिरी है।

(२) भीमताल—कुमायूँ प्रदेश की यह दूसरी उल्लेखनीय झील है। यह काठगोदाम से ६ मील उत्तर की ओर स्थित है। इसकी आकृति त्रिभुज जैसी है। इसकी लम्बाई, चौड़ाई और गहराई क्रमशः लगभग ६ हजार, १॥ हजार और ८७ फुट है। इसके उत्तर में नौली गदना नामक एक छोटी नदी गिरती है और पूर्व में भीमताल गढ़ेरा निकलती है। इस झील में एक द्वीप भी है, जिसकी रचना ज्वालामुखीय शिलाओं से हुई है।

(३) नौकछिया ताल—भीमताल से २॥ मील दक्षिण-पूर्व में नौकछिया ताल है। इसके नाम की यही पृष्ठभूमि है, कि इसमें नौ कोने और नौ कछारे हैं। इसकी लम्बाई, चौड़ाई और ऊँचाई क्रमशः लगभग ३१०० फुट, २३०० फुट और १३० फुट है। प्रकट है, कि कुमायूँ की झीलों में यह सबसे अधिक गहरा है।

(४) सतताल—भीमताल के उत्तर-पश्चिम में सतताल नामक सात झीलों का एक वर्ग था, जिनमें से अब केवल तीन शेष रह गई हैं।

(ख) प्रायद्वीपीय भारत

प्रायद्वीपीय भारत में खारे और स्वच्छ जल की अनेक झीले हैं। इनमें लोनार, चिल्का और पुलिकट प्रमुख हैं।

(१) लोनार झील—मध्य प्रदेश के बुलढाना जिले में स्थित है। आकृति में यह वृत्ताकार है, जिसका व्यास लगभग ६ फर्लिंग है। इसकी गहराई लगभग ३०० फुट है। इसमें पाये जाने वाले लवण सोडियम कार्बोनेट और सोडियम बाइकार्बोनेट हैं, जो काँच बनाने के काम आते हैं।

(२) चिल्का झील—उड़ीसा प्रदेश की सबसे बड़ी झील है। इसका अधिकांश भाग पुरी जिले में पड़ता है। इसकी आकृति शिफलाकार (Pear shaped) है। इसकी लम्बाई लगभग ४५ मील है और क्षेत्रफल ऋतुओं के अनुसार ३॥ सौ वर्गमील से लेकर ४॥ सौ वर्ग मील तक बदलता रहता है। इसकी औसत गहराई ५-६ फुट है। यह कहीं भी १२ फुट से अधिक गहरी नहीं है। इसकी उत्पत्ति के विषय में यह धारणा है कि पहले यह एक छोटी खाड़ी थी जो कालान्तर में बालू की जिल्हा (Spit) द्वारा सागर से पृथक् हो गई है। एक सकरे जलमार्ग द्वारा यह सागर से अभी तक मिली हुई है।

(३) पुलिकट झील—यह मद्रास के तट पर स्थित है। वास्तव में यह एक उथला उपहृद (Lagoon) है। इसकी लम्बाई ३७ मील है। श्री हरिकोट द्वीप इसे सागर से पृथक् करता है।

(६) झीलों की उत्पत्ति

उत्पत्ति की दृष्टि से झीलों को सात भागों में बाँटा जा सकता है —

१ भूपर्पटी की गतियों से बनी झीलें

- (१) नवनिर्मित स्थलखण्ड की झीलें
- (२) विभगन से बनी झीलें
- (३) भजन से बनी झीलें
- (४) निमज्जन से बनी झीलें
- (५) स्थल-सर्पण से बनी झीलें

२. ज्वालामुखीय झीलें

- (१) लावा के विषम निक्षेपण से बनी झीलें
- (२) लावा के बाँध से बनी झीलें
- (३) परिमृत ज्वालामुख में पानी भर जाने से बनी झीलें

३. नदी की क्रिया से निर्मित झीलें

- (१) वृषभ-धनु-झीलें (Ox-bow Lakes)
- (२) शरावक झीलें (Saucer Lakes)
- (३) कछारी-व्यजन (Alluvial fans) के बाँध में बनी झीलें
- (४) लट्ठों के बाँध से बनी झीलें
- (५) डेल्टा की झीलें

४ हिमानी निर्मित झीलें

- (१) हिमोढ (Moraine) की झीलें
- () हिमानी के अपक्षरण से बनी झीलें
- (३) गड्ढों की झीलें (Pit Lakes)
- (४) चमकती हुई झीलें (Glint Lakes)
- (५) हिम से बनी झीलें
- (६) हिमोढ के बाँव से बनी झीलें

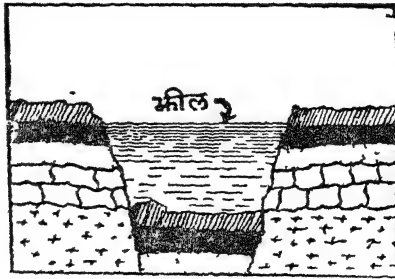
५ वायु की क्रिया से बनी झीलें

- (१) बालुका-कूटों से बनी झीलें
 - (२) प्लाय (Playa) झीलें
 - (३) विषम वायु-निक्षेप की झीलें
- ६ घोल से बनी झीलें
- ७ सागर-जल की गतियों से बनी झीलें
- अब हम इनकी विवेचना करेंगे—

१. भूपट्टी की गतियों से बनी झीलें

(१) नवनिर्मित स्थलखण्ड की झीलें

जब सागर नितल का कोई भाग समुद्रवर्तन (Diastrophism) के कारण ऊपर उठता है, तब उसका धरातल सदैव समतल नहीं होता। प्रायः उसमें कुछ गड्ढे होते हैं, जिनमें वर्षाजल भर जाता है। इस प्रकार झीलें अस्तित्व में आ जाती हैं। ऐसी झीलें कम गहरी होती हैं। कारोमण्डल के तट पर इस प्रकार की अनेक झीलें पाई जाती हैं।



चित्र ९६—दरारी झील (Crater Lake)

(२) विभगन (Faulting) से बनी झीले:—

कभी-कभी विभगन के फलस्वरूप दरार-घाटियाँ बन जाती हैं। जब उनमें पानी भर जाता है, तब वे झील का रूप ग्रहण कर लेती हैं। दक्षिणी अफ्रीका की झीले इसी प्रकार बनी हैं। नैनीताल की झील के विषय में भी विद्वानों के एक वर्ग का यह कथन है, कि इस झील की उत्पत्ति विभगन से हुई है।

(३) भजन (Folding) से बनी झीले

जब दो दिशाओं में जो परस्पर समकोण बनाती हों, एक साथ ही भजन की क्रिया सम्पन्न होती है, तब दोनों की भजद्रोणिमें (Synclines) के मिल जाने से निम्न (Depression) बन जाता है। जब उसमें पानी भर जाता है, तो वह झील का रूप ले लेती है। स्विटजरलैण्ड की जैनेवा नामक प्रसिद्ध झील भजन का ही फल है।

(४) निमज्जन (Subsidence) से बनी झीले

कभी-कभी भूकम्प अथवा अन्य कारणों से भूपर्पटी का कोई भाग अचानक नीचे धँस जाता है। इस धँसे हुए भाग में पानी भर जाने से झीले बन जाती हैं। सन १८१९ ई० में कच्छ के भूकम्प के समय स्थल का बहुत सा भाग नीचे धँस गया था। इसमें पानी भर जाने से एक बृहद् झील खन गई।

(५) स्थल सर्पण (Landslide) से बनी झीले

कभी-कभी स्थल-सर्पण द्वारा नदियों का प्रवाह अवरुद्ध हो जाता है और वे झील में परिणत हो जाती हैं। उदाहरण-गढ़वाल की गोहना नामक झील।

२ ज्वालामुखीय झीलें

(१) लावा के विषम निक्षेपण से बनी झीले—ज्वालामुखी के उद्गार से जो लावा भूतल पर एकत्र हो जाता है, उसमें गड्ढे होते हैं, जिसमें पानी भर जाता है। इस प्रकार बहुत सी छोटी झीले बन जाती हैं। दक्षिणी भारत के लावा प्रदेश में ऐसी झीले पाई जाती हैं।

(२) लावा के बाँध में बनी झीले—जब ज्वालामुखी से निकलने वाला लावा नदियों की घाटी में जमा हो जाता है, तो पानी का बहाव रुक जाता है और झील बन जाती है। उदाहरणार्थ अबीसीनिया की टाना नामक झील ब्ल्यू नील के जल-प्रवाह के लावा-निक्षेप द्वारा अवरुद्ध हो जाने से बनी है।

(३) परिमृत ज्वालामुख में पानी भर जाने से बनी झीले—परिमृत ज्वालामुखी (Extinct Volcano) के मुँह (Crater) में पानी भर जाने से झील बन जाती है। उदाहरण—वरार की लोनार झील।

३ नदी की क्रिया से निर्मित झीलें

(१) वृषभ धनु झीलें (Ox-bow lakes)

अपनी प्रवाहस्थिति में नदियाँ जब समतल भूमि पर बहती हैं, तब उनमें प्रवाह-मोड़ (Meanders) बहुत बनते हैं। इन मोड़ों की मात्रा क्रमशः बढ़ती जाती है और अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब बाढ़ के समय नदी प्रवाह-मोड़ के पथ को छोड़कर सीधी बहने लगती है। इससे प्रवाह मोड़ के दो निकटवर्ती भाग परस्पर मिल जाते हैं और वृषभ-धनु की आकृति का अंश पृथक् हो जाता है। इसे ही हम वृषभ-धनु झील (ox-bow lake) कहते हैं। गंगा के मैदान में ऐसी झीलें बहुत पाई जाती हैं।

२. शरावक झीलें (Saucer Lakes)

जैसा कि इनके नाम से प्रकट है, इनकी आकृति तश्तरी सदृश होती है। ये अस्थायी झीलें होती हैं। जब कोई सहायक नदी मुख्य नदी के लगभग समानान्तर बहती है, तब बाढ़ के समय कभी-कभी उनका पानी पूरतटों (Levees) में से फूटकर बीच के निचले क्षेत्र में एकत्र हो जाता है और झील का रूप ग्रहण कर लेता है।

३ कछारी व्यजन के बाँध से बनी झीलें

पहाड़ी प्रदेशों में प्रवाहित होने वाली सहायक नदियाँ कभी-कभी अपने साथ इतना अधिक अवसाद लाती हैं कि उसे मुख्य नदी की धारा अपने साथ बहा ले जाने में असमर्थ होती है। संगम पर यह अवसाद व्यजन के रूप में एकत्र होता रहता है। इसे कछारी व्यजन (Alluvial fan) की मज़ा दी गई है। इसकी विवेचना पूर्व में हो चुकी है। इस अवसाद की मात्रा क्रमशः बढ़ती रहती है और उससे कभी-कभी नदी का बाह्य अवरोध होने लगता है, जिससे झील बन जाती है। कादमौर की गंगकोट झील इसी प्रकार बनी है।

४ लट्टों के बाँध बनी झीलें

अधिक वर्षा वाले प्रदेशों में नदियों के तट पर घने जंगल पाये जाते हैं। जब नदी प्रवाह-मोड़ (meanders) बनाती है, तब ये वृक्ष उखड़ जाते हैं और नदी के प्रवाह के साथ बहने लगते हैं। धीरे-धीरे वृक्षों के ये लट्टे एकत्र होने लगते हैं। इन लट्टों के साथ बहुत सा अवसाद भी एकत्र हो जाता है और नदी के प्रवाह में रुकावट होने लगती है। इस प्रकार झील बन जाती है।

५ डेल्टा की भोलें .

डेल्टा प्रदेश में नदियों द्वारा लाई गई मिट्टी के अनियमित रूप से एकत्र होने के कारण उनके निम्नतो में पानी भर जाता है। ऐसी झीले गंगा, महानदी, गोदावरी आदि नदियों के डेल्टा-प्रदेश में बहुत पाई जाती हैं।

४. हिमानी निर्मित भोलें

(१) हिमोढ़ (Moraine) की भोलें

पूर्वकालीन हिमयुगों के हिमोढ़-निक्षेप के निम्नो में जल के संचित हो जाने से झीले बन गई हैं। ऐसी झीले प्रायः अनियमित आकृति की और लघु आकार की होती हैं। संसार की ९० प्रतिशत झीले इसी श्रेणी की हैं।

(२) हिमानी के अपक्षरण से बनी झीले

हिमनदियों के अपक्षरण से बने निम्नतो में पानी भर जाने से झीले बन जाती हैं। उदाहरण—उत्तरी अमेरिका की पाँच बृहद् झीलें। कुछ विद्वानों की यह धारणा है, कि कुमायूँ की भीमताल नामक झील इसी प्रकार बनी है।

कभी-कभी हिमनदियों के अपक्षरण से भूगुह्य पर चायदानी (Kettle) की आकृति के गड्ढे हो जाते हैं। जब इनमें पानी भर जाता है, तब ये झील में परिणत हो जाते हैं। इन्हें कुम्भगर्न झील (Kettle Lake) कहते हैं। हिमालय प्रदेश में ऐसी अनेक झीले पाई जाती हैं।

(३) गड्ढों की झीले (Pit Lakes)

उत्क्षालित स्थली (Outwash Plain) में स्थित बड़े-बड़े हिमखण्डों के पिघलने से ऐसी झीलें बन जाती हैं। उदाहरण—उत्तरी अमेरिका की पैचन झील (Patchen Lake) ।

(४) चमकती हुई झीले (Glint Lakes)

कभी-कभी महाद्वीपीय हिमनदी का प्रवाह, पथ में पर्वत श्रेणी के आ जाने से, अवरुद्ध हो जाता है। यदि पर्वत श्रेणी में कुछ सकरे निकास (Outlets) विद्यमान होते हैं, तो स्वभावतः उनमें हिमानी का प्रवाह अपेक्षाकृत अधिक वेग से होता है। अतएव हिमनदी के अपक्षरण से वे अधिक गहरे हो जाते हैं और उनके पार्श्व हिम के प्रमार्जन (Polish) से चिकने हो जाते हैं जिससे वे चमकते रहते हैं। जब इनमें पानी भर जाता है, तब वे झील का रूप

ले लेते हैं। उदाहरण—उत्तरी लैपलैण्ड की टौनेट्रास्क (Tornetrask) नामक झील।

(५) हिम के बाँध से बनी झीलें

हिमानी स्वयं कभी-कभी जल-प्रवाह के पथ में बाँध का कार्य करती हैं, जिससे झीलें बन जाती हैं। सिन्ध की सहायक नदी सियाक के मार्ग में हिमानी का बाँध बन जाने से झीलें बन गई हैं।

(६) हिमोढ़ के बाँध से बनी झीलें

छोटे-मोटे नदी-नालों का मार्ग कभी-कभी हिमोढ़ द्वारा अवरुद्ध हो जाता



चित्र ९७—हिमोढ़ के बाँध से बनी झील

है, जिससे वे झील में परिणत हो जाते हैं। उदाहरण के लिये कूमायूँ और पीर पञ्जाल की बहुत सी झीलें हिमोढ़ का बाँध बन जाने से बनी हैं।

(५) वायु की क्रिया से बनी झीलें

(१) बालुका कूटों से बनी झीलें

कभी-कभी नदी प्रवाह बालुका-कूटों से अवरुद्ध हो जाता है और तब झीलें बन जाती हैं। फ्रांस के तटीय प्रदेश में इस प्रकार अनेक झीलें बन गई हैं।

(२) प्लाय (Playa) झीलें

मरुस्थलीय प्रदेशों के नमकीन दलदलों में वर्षा ऋतु में पानी भर जाने से अस्थायी झीलें बन जाती हैं, जिन्हें 'प्लाय' कहते हैं। ग्रीष्म ऋतु में ये सूख जाती हैं।

(३) विषम वायु निक्षेप की झीलें

कभी-कभी वायु द्वारा एकत्र निक्षेपों के निम्नतम में जल भर जाने से झीलें

बन जाती है। इस प्रकार निर्मित झीलो के कुछ उदाहरण राज्यस्थान में मिलते हैं।

(६) घोल से बनी झीलें

कुछ क्षेत्रों में कठोर शिलाओं के मध्य में घुलनशील शिलायों विद्यमान रहती हैं। वर्षाजल द्वारा वे घुलती रहती हैं। उनके घुलने से उत्पन्न हुए निम्नों में पानी भर जाने से झीलें बन जाती हैं। उदाहरण—खासी जयन्तिया की झीलें।

(७) सागरजल की गतियों से बनी झीलें

कभी-कभी समुद्र की लहरों और धाराओं से निक्षेपित जिह्वा (Spit) अथवा सिकता-दण्ड (Sand bar) से नदी मुख अथवा सकरी खाड़ी बन्द होकर उपहृद (Lagoon) का रूप ले लेती हैं। नैलोर की पुलिकट झील तथा उडीसा की चिल्का झील इसी प्रकार बनी हैं।

(७) झीलों का वर्गीकरण

झीलों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है —

- (१) उत्पत्ति की दृष्टि से
- (२) स्थिति की दृष्टि से
- (३) जल-संरचना की दृष्टि से

(१) उत्पत्ति की दृष्टि से

इनका उल्लेख ऊपर हो चुका है।

(२) स्थिति की दृष्टि से

स्थिति के विचार से झीलों के अनेक विभाग किये जा सकते हैं जैसे—

- (१) तटीय झीलें—जैसे उडीसा की चिल्का झील
- (२) अन्तर्देशीय झीलें—जैसे अफ्रीका की विक्टोरिया झील
- (३) पर्वतीय झीलें—जैसे नैनीताल की झील
- (४) मरुस्थलीय झीलें—जैसे साबर

आदि।

(३) जल-संरचना की दृष्टि से

जल-संरचना की दृष्टि से झीलों के तीन विभाग किये जा सकते हैं—

- (१) अलवण जल (Fresh water) अथवा मिठे पानी की झीलें—जैसे मानसरोवर।

(२) लवण जल (Saline water) अथवा खारे पानी की झीले—
जैसे साबर ।

(३) आलवण जल (Brackish water) अथवा कम खारे पानी की झीले—इनमें उपर्युक्त दूसरे विभाग की झीलों की तुलना में लवण की मात्रा कम होती है। उदाहरण—तिब्बत की कुछ झीले ।

८. झीलों का आर्थिक महत्व

झीलों से अनेक लाभ हैं —

(१) बड़ी झीले अपने आसपास के प्रदेश का जलवायु समशीतोष्ण बनाने में सहायक होती हैं ।

(२) नदियों के उद्गम के रूप में झीलों की महत्ता अत्यधिक है क्योंकि झील से निकली हुई नदियाँ सदा-जलमय (Perennial) रहती हैं। न उनके सूखने की भावना होती है और न ही उनमें बाढ़ का भय रहता है। प्रकट है, कि ये नदियाँ विद्युत-उत्पादन के लिये अत्यन्त उपयोगी हैं।

(३) मिर्चाई के लिये झीले अमूल्य हैं ।

(४) अनेक बड़े नगरों में नित्योपयोगी जल झीलों से ही अपलब्ध होता है।

(५) कुछ झीले महत्वपूर्ण अन्तर्देशीय जलमार्ग (Inland water ways) का कार्य करती हैं।

(६) पर्वत-प्रदेशों की झीलों में जो जल वर्षा और हिम के पिघलने से प्राप्त होता है, उसका उपयोग विद्युत-उत्पादन के लिये किया जा सकता है।

(७) झीले मछलियाँ और तृणक (Weed) प्रदान करती हैं। मछलियाँ मानव-आहार को दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं। तृणक को बहुत से जानवर खाते हैं। इसके अतिरिक्त उससे खाद बनती है।

(८) अन्तःप्रवाह की झीलों (Lake of Inland Drainage) से अनेक प्रकार के लवण एवं रासायनिक यौगिक उपलब्ध होते हैं।

(९) स्वास्थ्य एवं मनोरंजन की दृष्टि से भी झीलों का विशेष महत्व है। नैनीताल की झील इसका ज्वलन्त उदाहरण है।

(१०) झीलों के सूख जाने से अत्यन्त उर्वर भूमि उपलब्ध होती है। कैस्पियन सागर के उत्तरी भाग के सूख जाने से ऐसी ही उपजाऊ भूमि निकली है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1. Discuss the formation of various types of lakes, giving examples preferably from India.

(Agra M. A. 1950).

2. What are the chief causes of the formation of lake-basins? Classify the different types of lakes and give their economic uses. (Agra B. A. 1953).

3. Describe with examples the mode of formation of various kinds of lakes. Of what value are they to man. (Ajmer Inter. 1951).

4. Discuss the origin of lake-basins and give examples with sp. reference to India.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1950).

5. Attempt and justify a classification of lakes according to the mode of origin.

(Banaras B. A. and B. Sc. 1952).

6. Describe the different types of lakes and mention Indian examples as far as practicable.

(Nagpur Inter. Supple. 1953).

7. Write an essay on the formation and economic uses of lakes. Give examples preferably from India.

(Nagpur Inter. 1947).

8. Give an account of the various types of rock-basins occupied by lakes, and discuss their origin.

(U. P. Inter 1939)

9. Write notes on—

(a) Types of Lake. (Agra B. A. 1955)

(b) Lake. (Agra B. A. 1949, 51).

(c) Crater Lake. (Allahabad M. A. 1953).

(d) Barrier Lakes.

(Banaras B. A. & B. Sc. '49 & 51).

पन्द्रहवाँ परिच्छेद

भूमि के अपक्षरण की समस्या

(THE PROBLEM OF SOIL EROSION)

(१) भूमि क्या है ?

भूमि का अर्थ है पृथ्वी की पर्पटी का सबसे ऊपर वाला स्तर, जिसमें पेड़-पौधों के जीवन के लिये आवश्यक खनिज एवं रासायनिक पदार्थ तथा अन्य प्रकार की पौष्टिक भोजन-सामग्री रहती है। इसकी गहराई कुछ ही इंच होती है।

यदि पृथ्वी का यह बहुमूल्य स्तर, जिसे हमने भूमि की संज्ञा दी है, एक बार नष्ट हो जाता है तो उसके पुनः स्थापना के लिये अनेकों वर्ष लग जाते हैं और कभी-कभी तो उसका पुनः स्थापन होता ही नहीं अर्थात् वह सदा के लिये नष्ट हो जाता है।

(२) अपक्षरण का अर्थ और उसके साधन

वर्षा के कारण भूमि का कुछ भाग विसरकर बह जाता है। यही अपक्षरण है। वायु द्वारा भी भूमि के कण हटते रहते हैं। हिमनदियों द्वारा भी यह क्रिया होती है, किन्तु स्पष्ट है कि हमारे देश में भूमि के अपक्षरण का प्रधान साधन जल ही है।

(३) अपक्षरण की समस्या का महत्व

भारत जैसे कृषि-प्रधान देश में भूमि का महत्व हीरा-मोती से भी बढ़कर है। विशेषकर आधुनिक काल में जब देश के भोजन की समस्या इतनी जटिल हो रही है इसका महत्व और भी बढ़ जाता है।

भूमि के अपक्षरण से केवल पृथ्वी का स्तर नष्ट नहीं होता, वरन् मानवमात्र के जीवन का स्तर गिर जाता है। विज्ञान द्वारा अस्थायी रूप से उपज बढ़ाई जा सकती है, किन्तु जहाँ एक बार भूमि का अपक्षरण आरम्भ हुआ—फिर वह उस समय तक नहीं रुकता। जब तक समस्त भूमि पूर्णरूपेण नष्ट नहीं हो जाती। निश्चय ही, मरुस्थल में कोई भी राष्ट्र उन्नति नहीं कर सकता। यही कारण है, कि भूमि के अपक्षरण को सर्पी-मृत्यु (Creeping death) कहा गया है, जो सचिit है।

इस समस्या की महत्ता का अनुमान इसी से लगाया जा सकता है, कि इस समय भारतवर्ष में लगभग पन्द्रह करोड़ एकड़ भूमि अपक्षरण में प्रभावित है।

(४) अपक्षरण का वेग

अपक्षरण का वेग भूमि की संरचना, ढाल और वर्षा की मात्रा पर निर्भर है। यदि भूमि कोमल अथवा घुलनशील पदार्थों से बनी हुई हो अथवा उसके कण असम्बद्ध हों, तो अपक्षरण अधिक होता है। दूसरी ओर कठोर एवं अघुलनशील शिलाओं में तथा परस्पर सम्बद्ध कणों द्वारा निर्मित भूमि में अपक्षरण की मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है। समतल भूमि की अपेक्षा ढालू भूमि में अपक्षरण अधिक होता है। ढाल जितना ही अधिक होता है, अपक्षरण भी उतना ही अधिक होता है। अपक्षरण का प्रमुख साधन जल है, अतएव यह भी स्पष्ट है, कि साधारणतः उन क्षेत्रों में जहाँ वर्षा अधिक होगी, अपक्षरण अधिक होगा।

५ अपक्षरण के प्रकार

भूमि का अपक्षरण दो प्रकार से होता है। कभी-कभी ऐसा होता है, कि वर्षा के कारण भूमि का सबसे ऊपर का पर्त घिसकर बह जाता है। फिर दूसरे पर्त की भी यही दशा होती है और यह क्रम चला करता है। इस प्रकार पतले स्तरों के रूप में भूमि के नष्ट होने को हम 'स्तर-अपक्षरण' (Sheet Erosion) कहते हैं।

बहुधा ऐसा होता है कि वर्षा द्वारा प्राप्त जल भूतल पर नाले के रूप में बहने लगता है। तदनन्तर उसमें दायी और बाँयी ओर से नालियाँ मिलती हैं। इस प्रकार कालान्तर में, नाले-नालियों का एक जाल सा बिछ जाता है। नाले-नालियों के पथ अथवा खड्ड को जलदरी अथवा Gully की संज्ञा



चित्र ९८—दरी अपक्षरण (Gully erosion) का आरम्भ

दी गई है। इस प्रकार के अपक्षरण को जिसमें जलदरियाँ (Gullies) अस्तित्व में आ जाती हैं, हम जलदरी-अपक्षरण या Gully Erosion कहते हैं। इस प्रकार का अपक्षरण जहाँ एक बार आरम्भ हुआ, फिर उस समय तक नहीं रुकता जब तक कि समस्त क्षेत्र जलदरियों से ढक नहीं जाय और भूमि कृषि के लिये सबया व्यर्थ नहीं हो जाती। कानपुर से झांसी जाते समय कालपी के निकट रेल की खिडकी से जलदरियाँ ही जलदरियाँ दिखलाई देती हैं।

६ वनस्पति का महत्व

वनस्पति अपक्षरण से भूमि की रक्षा करती है। यदि पृथ्वी के ऊपर वनस्पति का आवरण न होता तो वर्षा जल तीव्र वेग और शक्ति के साथ पृथ्वी पर टकराता। फल यह होता कि अपक्षरण की क्रिया बड़े वेग से चलती। किन्तु वनस्पति के आवरण के कारण वर्षा के जल का वेग और बल दोनों ही क्षीण हो जाते हैं। इस प्रकार वनस्पति भूमि को अधिक मात्रा में नष्ट होने से बचाती है। यही नहीं, अन्य रीतियों से भी वह इस दिशा में सहायक होती है। उदाहरण के लिये—पेड़-पौधे वर्षाजल का शोषण करते हैं। उनके माध्यम द्वारा यह जल जड़ों तक पहुँचता है और झरनों या नालों के रूप में पुनः प्रकट होता है। बाढ़ के बल और वेग को भी जल प्रवाह के पथ के पेड़-पौधे कम कर देते हैं।

उपर्युक्त कथन से यह स्पष्ट है कि वनस्पति का नष्ट होना भयानक विपत्ति का कारण है। इससे केवल बाढ़ ही नहीं आती, वरन् नृष्ट की बहुमूल्य भूमि भी जिनपर पेड़-पौधों का जीवन-निर्भर है, नष्ट हो जाती है।

७. भूमि के अपक्षरण के कारण

अब हम भूमि के अपक्षरण के प्रमुख कारणों की विवेचना करेंगे —

(१) वनों का विनाश—इसका उल्लेख तो किया ही जा चुका है, कि वनस्पति के नष्ट हो जाने से भूमि के अपक्षरण का परिमाण और वेग बढ़ जाता है।

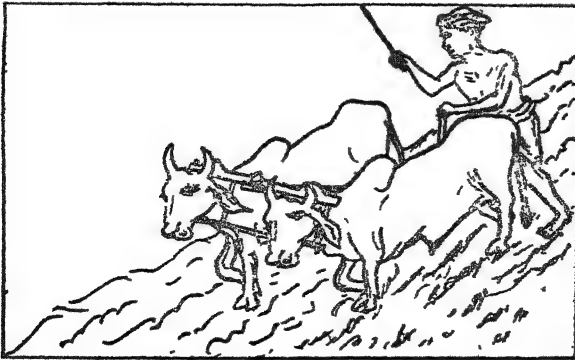
(२) जानवरों द्वारा घास एवं पेड़-पौधों का अतिभक्षण (Overgrazing, --जिनका भी रूप में नष्ट होने देने का अर्थ है—भूमि के अपक्षरण को निमित्त करना। भारतवर्ष की जलवायु ऐसी है कि यहाँ पर वृद्धि केवल चार महीने की होती है—फिर दीर्घकाल तक वर्षा नहीं होती अतएव घास के दुबारा उगने का प्रश्न ही नहीं उठता। अप्रैल-मई के महीनों में तो घास मिलना समस्या बन जाती है। इसके अतिरिक्त भेड़-बकरियाँ पौष्टिक

एव अच्छे गुणों वाली घास को आरम्भ में ही समाप्त कर देती है। बाद में बहुत ही निकृष्ट श्रेणी की घास बच रहती है और उन पर ही जानवरों को निर्भर होना पड़ता है।

इस सम्बन्ध में इस तथ्य का उल्लेख अनुचित न होगा कि जहाँ भारतवर्ष सस्यार के समस्त स्थल-क्षेत्र का केवल तीसवाँ अंश है, वहाँ सस्यार के ७० करोड़ घास पर निर्भर रहने वाले जानवरों में से २० करोड़ से अधिक भारत में ही विद्यमान हैं।

(३) कृषि की स्थानान्तरण प्रणाली (Shifting Cultivation)
आसाम और बंगाल के कुछ भागों में अब भी इस दापपूर्ण प्रणाली से कृषि होती है। इस प्रकार की खेती में कृषक प्रति वर्ष कृषि के लिये वन का एक नवीन भाग चुन लेता है। फिर वह आग लगाकर वहाँ की वनस्पति नष्ट कर देता है। वनस्पति की राख से भूमि की उर्वरता बढ़ जाती है। दूसरे वर्ष वह स्थल त्याग दिया जाता है और वन का दूसरा भाग खेती के लिये चुन लिया जाता है। फिर आग लगाकर वहाँ की भी वनस्पति नष्ट कर दी जाती है। यही क्रम चलता रहता है। इस प्रकार कृषि के स्थानान्तरण से बहुमूल्य वन नष्ट होते जा रहे हैं और भूमि के अपक्षरण की समस्या दिनो दिन भयंकर और जटिल होती जा रही है।

(४) ढाल का दापपूर्ण प्रयोग—ढाल के अनुरूप खेती के पौदों की पत्तियों की व्यवस्था करने से भी अपक्षरण बढ़ जाता है। भारतवर्ष के अनेक



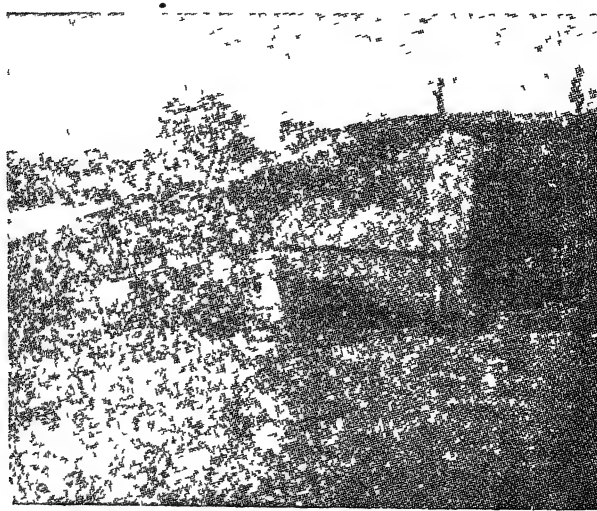
चित्र ९९—ढाल का दापपूर्ण प्रयोग

क्षेत्रों में आलू की खेती इसी प्रकार होती है। इससे बहुमूल्य भूमि बड़े वेग से नष्ट होती जा रही है। ढालू क्षेत्रों में खेती करने के लिये उत्तल (Terrace) बनाना अवश्य है और पौधों की पत्तियों को ढाल के प्रति समकोण बनाना चाहिये। ऐसी दशा में अपक्षरण कम होता है।

८ अपक्षरण का प्रभाव

अब हम अपक्षरण के प्रभाव का विचार करेंगे —

(१) बाढ़—वनों के नष्ट हो जाने से भूमि का अपक्षरण बढ़ जाता है। वनस्पति का आवरण वर्षा-जल के वेग और बल को क्षीण कर देता है, जिससे भूमि अपेक्षाकृत कम नष्ट होती है। इसके अतिरिक्त वनस्पति वर्षा-जल का शोषण करती है। पेड़ों के माध्यम द्वारा वर्षा-जल पृथ्वी के अन्दर जाता है। वनस्पति के नष्ट हो जाने से समस्त वर्षा-जल निर्बिध्न रूप से प्रवाहित होता है और इस प्रकार जल की मात्रा बढ़ जाने से बाढ़ आना स्वाभाविक ही है। विगत महायुद्ध के दिनों में विदेशी शासकों ने युद्ध की सामग्री बनाने के लिये हिमालय-प्रदेश से मनमानी लकड़ी कटवायी और उसका फल



चित्र — १०० बाढ़ का फल

(नव् १९४ ई० की वर्षा ऋतु की बाढ़से स्थित कमटीखुरगी और जोरी स्टेशनों के बीच में उ० पू० रेलवे का पुल टूट गया)

हम आज भोग रहे हैं। पहले कभी ऐसी बाढ़ नहीं आयी करती थी, जैसी अब प्रति वर्ष आती है।

(२) वर्षा की मात्रा कम हो जाना—वृक्ष सूर्य-किरणों के पथ में बाधक होते हैं। जिससे पृथ्वी पर पहुँचने वाले ताप की मात्रा घट जाती है। वृक्षों के नष्ट हो जाने से सूर्य की किरण सीधे पृथ्वी पर पड़ती है और उसे गरम करती है। पृथ्वी के गरम होने से पृष्ठ की वायु हल्की होकर ऊपर उठती है। यह वायु वायु-मण्डल के वाष्पमय बादलों को दूर हटा देती है और इस प्रकार वर्षा की मात्रा घट जाती है।

(३) भूमिगतजल (Underground Water) का तल नीचा होना—जैसा कि उल्लेख हो चुका है वर्षा-जल पेड़ों के माध्यम द्वारा ही पृथ्वी के अन्दर प्रविष्ट होता है। वनस्पति के नष्ट हो जाने से यह क्रिया दन्द हो जाती है। पृष्ठ की भूमि के घिस जाने से नीचे की अभेद्य और कठोर शिलायें ऊपर आ जाती हैं, जिनमें जल का पारण सम्भव नहीं है। अतएव, भूमिगत जल का समतल क्रमशः नीचा होता जाता है। इसका फल यह होता है कि कुछ दिनों दिन सूखते जाते हैं। झरनों का भी यही भविष्य होता है।

(४) वन के पक्षियों और जीवों का क्षीण होना—जब वन ही न रहेगे, तो उसके जीव और पक्षी किस प्रकार रह सकते हैं? नवीन वातावरण उनके लिये घातक सिद्ध होता है। राष्ट्र की सम्पत्ति और समृद्धि में वन के जीवों और पक्षियों का महत्वपूर्ण स्थान है। इनका नष्ट हो जाना देश के लिये कल्याणकारी नहीं है।

(५) वायु द्वारा अपक्षरण—वायु अपक्षरित भूमि के कणों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाती है। उदाहरणार्थ शिवगिरी नदी के क्षेत्र में बनों के नष्ट हो जाने से भूमि का अपक्षरण हुआ है। वायु वहाँ की अपक्षरित भूमि के कणों को जलन्धर के दोआब में परिवाहित करती रहती है। इसका फल यह है कि जलन्धर के दोआब की बहुमूल्य भूमि की उर्वरता परिवाहित रेत के कारण क्रमशः क्षीण होती जा रही है।

(६) मरुस्थल का प्रसार—वायु की क्रिया का दूसरा भयंकर स्वरूप है—मरुस्थल का प्रसार। राजपूताना के मरुस्थल के कण वायु द्वारा सीमावर्ती क्षेत्रों में परिवाहित होते रहते हैं और इस प्रकार धीरे-धीरे मरुस्थल फैल रहा है। राजपूताना का मरुस्थल प्रति वर्ष १०० वर्ग मील बढ़ रहा है। उत्तर प्रदेश के मथुरा और आगरा जिले बुरी तरह से प्रभावित हैं और यदि मरुस्थल के प्रसार को

रोका नहीं गया, तो आश्चर्य नहीं, कि वे भी कुछ सहस्र वर्षों में मरुस्थल में परिणत हो जायँ।

(७) जलाशयों में रेत का एकत्र होना—यदि नदी के ऊपरी प्रदेश में अपक्षरण अधिक होता है, तो नदी अपने साथ अपक्षरित भूमि को बहा ले आती है। यदि नदी के पथ में बाँव और जलाशय होते हैं, तो यह रेत जलाशय में इकट्ठी होती रहती है। इससे जलाशय क्रमशः उथले होते रहते हैं और इस प्रकार जल पूर्ति (Water Supply) की मात्रा घट जाती है। ऐसी दशा में उन्हें कुछ वर्षों के कालान्तर में साफ करना आवश्यक होता है।

(८) सिंचाई और जलविद्युत पर प्रभाव—नदियों में वर्षा ऋतु में बाढ़ आ जाने का दूसरा भयंकर परिणाम यह होता है कि वर्ष के शेष भाग में उनमें पानी की मात्रा घट जाती है। इससे नहरों और विद्युत-उत्पादन दोनों पर प्रभाव पड़ता है। नहरों में पानी कम हो जाने से सिंचाई ठीक तरह से नहीं हो पाती। जब की मात्रा के कम हो जाने से विद्युत-उत्पादन की मात्रा घट जाती है।

(९) यातायात के साधनों पर प्रभाव—बाढ़ से यातायात के साधनों को बड़ी हानि पहुँचती है। सड़कों का खराब हो जाना और रेल की पटरियों का प्रभावित होना तो साधारण सी बात है, कभी-कभी बाढ़ के वेगसे पुल नष्ट हो जाते हैं तथा बाँव टूट जाते हैं। सन् १९५५ की बाढ़ से आजमगढ़ का लालडिगी बाँव टूट गया।

(१०) जीवन यापन के स्तर का गिरना—हमारे देश के निवासियों के जीवन-निर्वाह का स्तर ससार के अन्य उन्नत देशों की तुलना में वैसे ही लगभग मबमे नीचा है। हमारी राष्ट्रीय सरकार इसे ऊपर उठाने के लिये सतत प्रयत्न कर रही है। उपर्युक्त विवेचना से स्पष्ट है कि जीवन स्तर को नीचा करने में भूमि के अपक्षरण का भी महत्वपूर्ण हाथ है। चरागाहों का नष्ट होना और कृषि की उपज का घटना अपक्षरण के ही दुष्परिणाम हैं। घास के घट जाने में गाय-भैंसों का स्वास्थ्य प्रभावित होता है और वे कम दूध देती हैं। वनों के नष्ट हो जाने से बहुमूल्य लकड़ियाँ, जीव एवं पक्षी तथा भैषज्य जड़ी-बूटियाँ सदा के लिये लुप्त हो जाती हैं। मनुष्य और जानवर दोनों को ही पर्याप्त भोजन नहीं मिलता। अतएव जीवन-यापन के स्तर का गिरना स्वाभाविक ही है।

९ उपाय

अब प्रश्न यह है कि भूमि के अपक्षरण को कैसे रोका जाय। अपक्षरण के लिये ये उपाय अपेक्षित हैं —

(१) वनस्पति का पुनः स्थापन—जहाँ कहीं भी वनस्पति नष्ट हुई हो, उसे तुरन्त वहाँ स्थापित किया जाय। बनो से जितने वृक्ष काटे जाय, उनसे ही नवीन वृक्ष लगा दिये जायें। इस सम्बन्ध में श्री क. हैमलाल भाणिकलाल मुन्शी का 'बन महोत्सव' का कार्य-क्रम नितान्त स्तुत्य है और सही दिशा में सही कदम है।

(२) जहाँ पर भी ढाल हो वहाँ खेती के लिये उत्तल (Terraces) बनाये जायें।



चित्र १०१—उत्तलो (Terraces) की व्यवस्था

(३) बाढ़ रोकने के लिये बाँध बनाये जायें। इन बाँधों में मचित जल अनेक प्रकार से उपयोग में लाया जा सकता है।

(४) अपक्षरण द्वारा जो भूमि नष्ट हो रही है, उसे पुनः प्राप्त (reclaim) किया जाय। जलदरियो (Gullies) के पाटने के लिये मशीनों का प्रयोग भी अभीष्ट है।

(५) कृषि की दोषपूर्ण प्रणालियाँ त्याग दी जायें—उदाहरण के लिये स्थानान्तरण की खेती (Shifting cultivation) तुरन्त रोक दी जाय।

१०. भारतवर्ष में भूमि के अपक्षरण की दशा

अब हम भारतवर्ष में भूमि के अपक्षरण की दशा का अध्ययन करेंगे। इस दृष्टि से भारतवर्ष को तीन भागों में बाँटा जा सकता है —

- (१) हिमालय प्रदेश
- (२) सिन्धु-गंगा का मैदान
- (३) प्रायद्वीपीय भारत

(१) हिमालय प्रदेश

इसके पुन तीन विभाग किये जा सकते हैं— (अ) पूर्वी हिमालय (आ) मध्य हिमालय तथा (इ) पश्चिमी हिमालय ।

(अ) पूर्वी हिमालय

पूर्वी हिमालय के प्रदेश में भूमि के अपक्षरण के मुख्य कारण ये हैं —

(१) वनस्पति का नष्ट होना—इसका एक फल यह है कि यहाँ से प्रवाहित होने वाली नदियों में बाढ़ बहुत आती है ।

(२) स्थानान्तरण की खेती (Shifting Cultivation) जो आज भी आसाम और बंगाल के कुछ भागों में प्रचलित है ।

(३) वर्षा का आधिक्य—जिसमें अपक्षरण अधिक होता है ।

(आ) मध्य हिमालय

उत्तर प्रदेश के उत्तरी भाग की दशा इतनी बुरी नहीं है, जितनी पूर्वी हिमालय प्रदेश की । यहाँ पेड़ इतनी लापरवाही से नहीं काटे गये हैं । खेती के लिये ढालों पर उत्तल (Terraces) बनाये गये हैं । काठगोदाम से नैनीताल जाते समय ऐसे अनेक उत्तल दृष्टिगोचर होते हैं ।

(इ) पश्चिमी हिमालय

यहाँ की शुष्क जलवायु आंशिक रूप से भूमि के अपक्षरण के लिये उत्तरदायी है । दीर्घकाल तक वर्षा न होने से तथा वर्षा की मात्रा कम होने से भूमि की पेड़-पौधों को बढ़ करने की शक्ति नष्ट हो जाती है । कम वर्षा का एक दूसरा परिणाम है—भेड़-बकरियों द्वारा घास का अतिभक्षण । इसके अतिरिक्त यहाँ भी असवाधानी से वनस्पति नष्ट की गई है । इन्हीं सब कारणों से यहाँ भूमि का अपक्षरण बहुत होता है ।

(२) सिन्धु गंगा का मैदान

यहाँ पर प्रवाहित होने वाली प्रायः सभी नदियाँ हिमालय पर्वत से निकलती हैं । इसका उल्लेख तो हो ही चुका है कि हिमालय-प्रदेश में बिना सोच-विचार किये लापरवाही के साथ जंगल काटे गए हैं । इसका फल यह होता है कि इन नदियों में प्रतिवर्ष भयानक बाढ़ आती है ।

पंजाब की नहरों में वायु के परिवाहन द्वारा बहुत सी रेत एकत्र होती रहती है, जिससे उनकी गहराई क्रमशः घटती रहती है ।

(३) प्रायद्वीपीय भारत .

इस क्षेत्र में स्तर-अपक्षरण (Sheet Erosion) अधिक महत्वपूर्ण है। कहीं-कहीं पर भेड़-बकरियों के अतिभक्षण (Overgrazing) द्वारा वनस्पति नष्ट हो गई है। किन्तु सतोष का विषय यह है कि यहाँ निचित क्षेत्रों (Irrigated Areas) में काफी बाँध बनाये गये हैं तथा नील-गिरि के चाय के प्रदेश में उत्तलो (Terraces) की सुन्दर व्यवस्था है।

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

1. Give a concise account of the problem of soil-erosion in India, with special reference to the reclamation of ravine lands. (Agra B. A. '53).
2. Discuss the problem of soil-erosion in India with special reference to the reclamation of ravine lands. (Banaras M. A. and M. Sc. Geog. '48).
3. Write an essay on the problem of soil erosion and soil-conservation in India. (Agra M. A. '50).
4. Give a brief account of the problem of soil-erosion in India, with sp. reference to the reclamation of ravine lands. (Agra M. A. '47).
5. Write notes on--
 - (a) Effects of excessive deforestation (U. P. Inter. '36 and '43).
 - (b) Deforestation. (Ajmer Inter. '51).

‘प्राकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि’ का द्वितीय खण्ड

उदधि (THE OCEAN)

(महासागर-विज्ञान तरंग)

हिन्दी क्षेत्र के विश्वविद्यालयों की भूगोल की इण्टरमीडियट,
बी० ए० बी० ए० (आनर्स), बी० एस-सी०, बी० एस-सी०
(आनर्स), एम० ए० तथा एम० एस-सी० कक्षाओं के
विद्यार्थियों के निमित्त

रचयिता

जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव, एम० ए०, एम० एस-सी०,
एफ० जी० एस०, एफ० एन० जी० एस०

प्रस्तावना ले

प्रो० सितांशु मुकजी, अध्यक्ष, भूगोल विभाग
नागपुर विश्वविद्यालय

(सर्वाधिकार सुरक्षित)

प्राप्ति स्थान

अम्बिका प्रकाशन, जौनपुर

प्रथम संस्करण

१९५५

मूल्य १।।।)

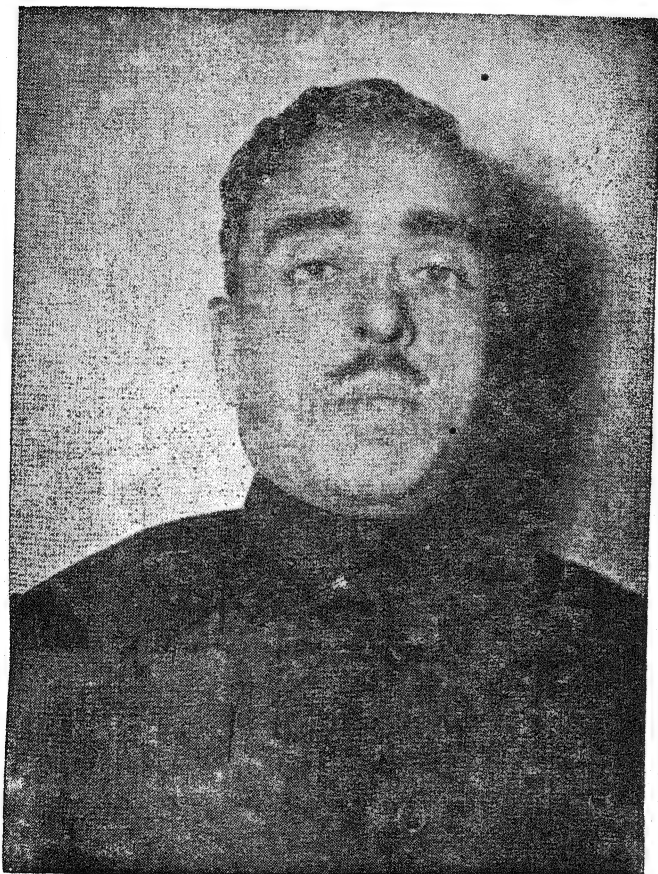
प्रकाशक :
अम्बिका प्रकाशन
जौनपुर ।

मुद्रक :
माधो प्रिंटिंग वर्क्स
इलाहाबाद ।

समर्पण

पूज्य भ्राता—

श्री महावीर प्रसाद श्रीवास्तव, आई० ए० एस०
' मुख्य सचिव, विन्ध्य-प्रदेश शासन



के

कर कमलों में सादर समर्पित

Introduction •

It is with great pleasure that I write this introduction to Professor J P Srivastava's treatise on oceans entitled 'Udadhī'. Professor Srivastava worked as a lecturer in Geography in Nagpur University for a session and in that capacity he demonstrated a remarkable ability in handling courses in Physical Geography. He has a solid background both in Geology and Geography, and, in addition, he has made extensive studies in Hindi Literature. All this makes it evident that Professor Srivastava is an extremely competent person to write a treatise of this nature in Hindi. Advanced students of geography will find a great deal of information in this work and others will find it immensely interesting. There is no geographical aspect of the ocean which has not been dealt with and this small volume distills from a vast subject practically all facts and phenomena of interest and importance. Professor Srivastava possesses a clear and charming style and by writing this book he has made a very valuable contribution to the nation's language of the country. I heartily congratulate Professor Srivastava, my former colleague, for this laudable enterprise and wish to recommend his book to every student of Physical Geography.

S Mookerji

Geography Department
Indiana University,
Bloomington U S A
Sept 20, 1954

*Formerly Head of the Department of
Geography, Nagpur University
at present—Exchange Visitor under
Fulbright Act,
Indiana University, U S A.*

लेखक की ओर से—

निवेदन

राष्ट्रभाषा हिन्दी की सेवा में मेरा यह द्वितीय पुष्प है ।

भूपृष्ठ का ७१ प्रतिशत भाग जल द्वारा आच्छादित है । इसी से महासागरों की महत्ता प्रकट है ।

अग्रलिखित पृष्ठों में महासागरों पर भौगोलिक दृष्टिकोण से विचार किया गया है ।

×

×

×

पश्चिम में महासागर सम्बन्धी नित्य नवीन अन्वेषण हो रहे हैं, किन्तु अभाग्यवश भारतवर्ष में—स्वतंत्रता-प्राप्ति के उपरान्त भी— लोभ की बात तो जाने दीजिये—इस विषय का उच्च कक्षाओं के योग्य साधारण सा भी स्वतंत्र ग्रन्थ—जहाँ तक मेरा ज्ञान है—राष्ट्रभाषा हिन्दी में नहीं लिखा गया है । यह लज्जास्पद विषय है, विशेषकर उस महान राष्ट्र के लिये, जिसने विश्व में सर्वप्रथम महासागर पर पूर्ण विजय प्राप्त की थी । मर्वादा पुरुषोत्तम रामचन्द्रजी ने ही तो—

‘बान्धयो बननिधि नीरनिधि जलधि सिन्धु बारीस ।

सत्य तोयनिधि कम्पति उदधि पयोधि नदीस ॥’

राष्ट्रभाषा के इस अनिवार्य अंग की अविलम्ब पूर्ति ही मेरे इस प्रयास का पृष्ठभूमि है ।

×

×

×

इस वृत्ति का मुख्य विशेषताये ये हैं:—

(१) भौगोलिक तथ्य अत्यन्त सरल एवं स्पष्ट रूप में प्रस्तुत किये गये हैं ।

(२) विषय के सुगम प्रतिपादन के लिये अधिक से अधिक चित्रों की व्यवस्था की गई है ।

(३) उदाहरण यथासम्भव भारतवर्ष से ही दिये गये हैं । समस्त कृति की पृष्ठभूमि भारतीय है ।

(४) नवीन से नवीनतम सिद्धान्त एवं अन्वेषण का समावेश कर दिया गया है ।

(५) सर्वत्र राष्ट्रभाषा का व्यवहार किया गया है । रेखाचित्रों और मानचित्रों तक में यथासम्भव अंग्रेजी के स्थान पर हिन्दी प्रयुक्त की गई है । प्रायः समस्त विशिष्ट शब्दों के हिन्दी समानार्थी दिये गये हैं ।

(६) इस कृति में हिन्द महासागर का विस्तृत अध्ययन किया गया है, जो महासागर विषयक अन्य ग्रन्थों में दुर्लभ है ।

(७) परीक्षा में पूछे गये प्रश्नों को केन्द्र मानकर इस कृति की रचना की गई है ।

(८) विषय का प्रतिपादन अत्यन्त सन्क्षेप में किया गया है । केवल तथ्यों (फ़ैक्ट्स) का उल्लेख कर दिया गया है । उनका विस्तार पाठकों के लिये छोड़ दिया गया है । अन्तर्वस्तु को इससे अधिक संक्षेप करना आशयव्युत हुए बिना कदापि संभव न था ।

(९) विषय-विन्यास मेरा अपना है ।

(१०) यदि आत्मश्लाघा न समझी जावे तो मैं यह कहूँगा कि महासागरों का ऐसा सागोपाग वर्णन किसी एक ग्रन्थ में अन्यत्र सुलभ नहीं है । इस कृति की यही मौलिकता और प्रमुख विशेषता है ।

×

×

×

सहायक ग्रन्थों में से जिनकी सूची पुस्तक के अन्त में दे दी गई है मुझे निम्नलिखित विशेष प्रिय लगे हैं:—

१. जौन्सन—‘महासागर विज्ञान की भूमिका’

२. सर जॉन मरे—‘महासागर—सागर सम्बन्धी विज्ञान का सामान्य वर्णन’

३. एफ० डी० ओमाने—‘महासागर’

४. स्त्रैड्ज, जौन्सन तथा फ्लैमिंग—‘महासागर—उनकी भौतिक, रसायन और प्राणिकी’

५. टी० एस० डोग्लास—‘सागरों की सम्पत्ति’

६. जॉन एस० कॉलमैन—‘सागर और उसके रहस्य’

(ग)

७ फिलिप लेक—'प्राकृतिक भूगोल' (जल-मण्डल)

इस सभी से मैंने पूर्ण लाभ उठाया है, अतएव इनके लेखकों का विशेष ऋणी हूँ ।

नागपुर विश्वविद्यालय के भूगोल विभाग के अध्यक्ष प्रो० सिताशु मुकजी ने भूमिका लिखी है । उनके प्रति मैं अपना आभार प्रदर्शित करता हूँ ।

मेरी इस साधना द्वारा विद्यार्थी-समाज का यदि कुछ भी लाभ हो सका, तो मुझे हार्दिक सन्तोष होगा ।

जवाहर जयन्ती
सन् १९५४ ई०

जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव

अनुक्रमणिका

१. ऐतिहासिक पृष्ठभूमि तथा अन्वेषण सम्बन्धी यन्त्र १—८

१—ऐतिहासिक पृष्ठ भूमि

२—अन्वेषण सम्बन्धी यन्त्र

१. स्वनीकरण (Sounding)

२. निकर्षण (Dredging)

३. कर्ष-जाल (Tow-nets)

४. मथित्र (Centrifuge)

५. अगाध सागरीय तापमान

६. जल कूपिया (Water bottles)

७. भामान (Photometer)

८. प्रवाहमान (Current Measurer)

९. तरलमान (Hydrometer)

१०. घनत्वमान (Densimeter)

२. महासागर-जल के सामान्य गुण

६—१४

१. क्षेत्रफल तथा गहराई

२. पृष्ठ की प्रकृति

३. सरचना

४. घनत्व तथा दबाव

५. वर्ण (Colour) एवं भासा (Phosphorescence)

६. आलगात्व (Viscosity)

३. महासागरो की उत्पत्ति

(भूसैद्धान्तिकी पृ० २२—२७)

१. लॉर्ड कैल्विन

२. सौलेस

३. ग्रहाणु सम्बन्धी उपकल्पना

४. लोथियन ग्रीन

५. जे० डब्ल्यू० ग्रेगरी

६. प्रो० लैपवर्थ

७. लव

८. जीन्स •

९. स्वेस

१०. जौली का तेजोद्गिरण का सिद्धान्त

४. महासागर नितल का स्थायित्व (भूसैद्धान्तिकी पृ० २७—२९)

१. भूमिका

२. अस्थायित्व की विचारधारा

३. स्थायित्व की विचारधारा

४. स्थल-सेतुओं की अवधारणा

५. महाद्वीपीय प्रवाह (Continental Drift)

(भूसैद्धान्तिकी पृ० ३०—३७)

१. ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

२. सिद्धान्त के विकास का कारण

३. सिद्धान्त की रूपरेखा

४. वाद-विवाद

(क) अनुकूल प्रमाण

(१) भूगोल के प्रमाण

(२) भूगर्भ शास्त्र के प्रमाण

(३) ज्यामिति (Geodesy) के प्रमाण

(४) पुरासात्विकी (Palaeontology) के प्रमाण

(५) प्राणिकी शास्त्र (Biology) के प्रमाण

(६) पुराजलवायुकी (Palaeo-Climatology) के प्रमाण

(ख) प्रतिकूल प्रमाण

(१) ज्यामिति के प्रमाण

(२) भौतिक शास्त्र के प्रमाण

(३) पुरासात्विकी के प्रमाण

(४) भूगोल के प्रमाण

(५) जलवायुकी के प्रमाण

(६) भूगर्भ शास्त्र के प्रमाण

(७) अन्य आपत्तियाँ

५. निष्कर्ष

६. महासागर-नितल की आकृति

१५—३०

१. उच्चतामितीय वक्र (The hypsographic curve)

२. समुद्रान्तर भौम्याकार

१. महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf)

२. महाद्वीपीय प्रवण (Continental Slope)

३. अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain)

४. महासागरीय अथाह (Oceanic Deeps)

५. अन्य विपमताये

३. महासागर-नितल के रूपधेयों की उत्पत्ति

४. अन्ध और प्रशान्त महासागरों के नितल

५. हिन्द महासागर

७. महासागरों का तापक्रम

२१—२६

१. सागर-पृष्ठ का तापक्रम

२. तापक्रम का लम्बवत वितरण

३. वायु का प्रभाव

४. धाराओं का प्रभाव

५. समुद्रान्तर कूटों का प्रभाव

८. सागर की लवणता

३७—४४

१. लवणता क्या है ?

२. लवणता सम्बन्धी विभिन्नता

३. सागर-जल की संरचना

४. सागर में लवण की उत्पत्ति

५. लवणता निर्धारक प्रतिकारक

६. लवणता का वितरण

(क) विवृत सागर

(ख) आंशिक समावृत सागर

(ग) पूर्ण समावृत सागर आ. भील

७. समलवण रेखाये

९. तरंगे

४२—४६

१. परिभाषा

२. सम्बन्धित शब्दावली

३. तरंग से जलकणों की गति
४. तरंगों का वेग
५. तरंगों का भूहत्व
६. तरंगों का भौगोलिक कार्य^०
 - (१) अपक्षरण का कार्य^०
 - (२) निक्षेपण का कार्य^०

१०. धाराये

४७—५८

१. परिभाषा .
२. धाराओं की प्रकृति
३. धाराओं की उत्पत्ति के कारण
४. धाराओं को दिशाओं में परिवर्तन
५. धाराओं का सामान्य क्रम
६. महासागरों की प्रमुख धाराये
 - (१) अन्ध महासागर की धाराये
 - (२) प्रशान्त महासागर की धाराये^०
 - (३) हिन्द महासागर की धाराये
७. जल धाराओं का प्रभाव
८. प्रवाह धारा और स्रोत का अन्तर

११. ज्वारभाटा

५९—६४

१. परिभाषा
२. ज्वारभाटा का कारण
३. दीर्घ और लघु ज्वार
४. दो उत्तरोत्तर ज्वारों का मध्यान्तर
५. ज्वार का चढ़ाव
६. समज्वार रेखाये
७. ज्वारभाटा से लाभ-हानि
१२. महासागरीय निक्षेप तथा प्रवाली रचनाये
 - (क) महासागरीय निक्षेप
 १. निक्षेप का वर्गीकरण
 २. प क
 ३. निश्चयाव

६५—७२

४ लाल मृत्तिका (Red clay)
(ख) प्रवाली रचनाये

१. प्रवाल (Coral)
२. प्रवाली विकास के लिये अनुकूल दशाये
३. प्रवाली रचनाओं का वितरण
४. प्रवाली रचनाओं का वर्गीकरण
५. प्रवाल्याओं की रचना
६. प्रवाली द्वीप

१३. महासागरीय अपक्षरण और तट रेखाएँ

७१—७८

१. सागर का विनाशात्मक कार्य
 - (क) तटीय शिलाओं की संरचना
 - (ख) तटीय शिलाओं की कठोरता
 - (घ) जलवायु का प्रभाव
 - (ङ) जीव-जन्तुओं और पादपों का प्रभाव
२. सागर का सृजनात्मक कार्य
३. तटरेखाओं का वर्गीकरण
 १. निम्नजन की तटरेखाये
 २. उन्मज्जन की तटरेखाये
 ३. तटस्थ तट-रेखाये
 ४. संयुत तट-रेखाये

१४. महासागरीय प्राणिजात एवं उद्भिज्जात

७९—८७

१. महासागरीय प्राणिजात
 १. बेला प्रदेशीय जीव
 २. तलप्लावी जीव
 ३. अथाह सागरीय जीव
२. महासागरीय उद्भिज्जात
 १. सुत्रोद्भिदः
 २. महासागरों के उच्चतर पादप अथवा स्त्रोडोद्भिदः

१५. महासागरों का मानवीय एवं आर्थिक महत्व

८८—९५

१. वर्षा के दाता
२. तापक्रम के यामक

३. स्वास्थ्य की दृष्टि से
४. खनिजों के भंडार
५. मछलियों के आगार
६. तृणक एवं प्लवक के कोष
७. अवरोधक के रूप में
८. व्यापार के विचार से
९. जलविद्युत के अपरिमित भंडार
१०. प्रवाल छिद्रिष्ठ मृगा-मोती, तेल एवं अन्य उपसृष्ट पदार्थों के उत्पादक

परिशिष्ट १

१६—१००

विभिन्न परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

परिशिष्ट २

१०१—१०२

प्रमुख सहायक ग्रन्थों की सूची

—————

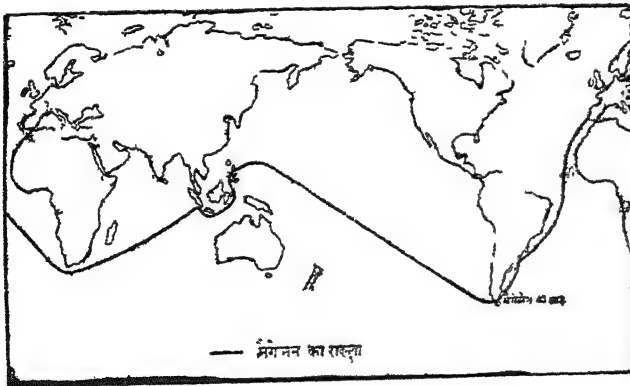
प्रथम परिच्छेद

ऐतिहासिक पृष्ठभूमि तथा अन्वेषण सम्बन्धी यन्त्र

१—ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

अत्यन्त प्राचीन काल में ग्रीस के निवासियों को भूमध्यसागर का व्यवहारिक ज्ञान था। वे इसे 'थालासा' (Thalassa) कहते थे।

ईसा के चार शताब्दी पूर्व पिथियस (Pytheas) नामक ग्रीस निवासी ब्रिटिश द्वीप समूह के तट तक नौकारोहण करने में समर्थ हुआ। लगभग एक शताब्दी ईसा पूर्व हिप्पालस (Hippalus) ने हिन्द महासागर के मानसून वायु के क्षेत्र की खोज की।



चित्र १—मागेलन का पथ

सन् १४८२ और सन् १५२२ ई० के बीच में भूपृष्ठ विषयक ज्ञान में विशेष अभिवृद्धि हुई है। इसी काल में कोलम्बस अन्धमहासागर के मार्ग

द्वारा अमेरिका पहुँचा, वास्कोडिगामा उत्तम आशा अन्तरीप^१ होता हुआ भारतवर्ष पहुँचा और मागेलन-अन्वेषण (Magellan's expeditions) के उत्तरजीवक^२ जलयान द्वारा पृथ्वी के गोलाभ का सर्वप्रथम परिनौका-रोहण^३ करने में सफल हुए। चित्र १ में मागेलन का पथ प्रदर्शित किया गया है।

इस भौति इस अल्पकाल में पृथ्वी का लगभग आधा भाग खोजा जा सका। इस विषय में यह मनोरंजक घटना उल्लेखनीय है, कि सन् १५२१ में प्रशात पार करते समय जब मागेलन ने विवृतसागर में ध्वनीकरण (Sounding) का प्रयत्न किया और उसकी रज्जु सागर-नितल तक न पहुँच सकी, तब उसने इसका यह निष्कर्ष निकाला कि वह सबसे अधिक गहरे महासागर की खोज करने में सफल हुआ।

सोलहवीं और सत्रहवीं शताब्दियों में जो जलयात्राएँ की गईं, उनसे विभिन्न महामागरो के पृष्ठ विस्तार का ज्ञान बढ़ा है। सागरपृष्ठ का तापक्रम, लवणता, तरंगे, धाराएँ, ज्वारभाटा आदि का अध्ययन हुआ। अठारहवीं शताब्दी के उत्तरार्ध में कैप्टन कुक ने प्रशात महासागर में, कैप्टन फ़िस (Capt Phipps) ने आर्कटिक सागर में और सन् १८४० ई० में सर जोन रौस (Sir John Ross) ने अण्टार्कटिक सागर में ध्वनीकरण की। केवल अत्यन्त गहरे भागों को छोड़कर इन सबके फल पर्याप्त रूप से यथार्थ थे।

योरप और अमेरिका के बीच में विद्युत-सदाम (Electric Cable) की व्यवस्था के कारण भी महासागरीय अन्वेषण की उन्नति हुई है। सन् १८५० ई० के लगभग ब्रुक ने सागर-नितल के अध्ययन के लिये एक नवीन रीति की खोज की। इसमें रज्जु (Line) और नली (Tube) को नीचे ले जाने वाला गुरु-भार (Heavy-weight) सागर नितल पर पहुँचकर वहीं रह जाता है और नली नितल का निक्षेप भरकर ऊपर आ जाती है। इस नवीन रीति से अगाध सागरों में बार-बार ध्वनीकरण की जाने लगी और अधिक यथार्थ फल प्राप्त होने लगे।

एजियन सागर में अनेक अन्वेषणों के उपरांत सन् १८४० के लगभग एडवर्ट फोर्बे (Edward Forbe) इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि महासागरों

1. Cape of Good hope
2. Survivors
3. Circumnavigation

मे जीव और पादप निश्चित गहराई तक ही पाये जाते हैं और जीवों की अपेक्षा पादप कम गहराई तक मिलते हैं। इनका कथन था कि जीव केवल ३०० फैदम की गहराई तक ही मिलते हैं। बाद में माइकेल सार्स (Michael Sars) वायविल्ले थोमसन (Wyville Thomson) तथा डब्ल्यू. बी. कारपेंटर (W. B. Carpenter) आदि अन्वेषकों ने योरोप के अटलाण्टिक तट की खोज द्वारा यह सिद्ध कर दिया कि जीव एक-दो मील की गहराई तक पाये जाते हैं।

यहाँ पर एक मनोरंजक घटना उल्लेखनीय है। भूमध्यसागर में एक समुद्रान्तर सड़ाम (Submarine Cable) को सुधारने के लिये जब जलपृष्ठ पर लाया गया, तब उसमें बहुत से जीव चिपटे हुये थे। स्पष्ट है, कि ये जीव सागर नितल में उसी स्थान पर रहते होंगे जहाँ सड़ाम विद्यमान था। इस घटना के कारण लोगों की रुचि खोज की दिशा में और भी अधिक बढ़ी।

परिणामस्वरूप जो अन्वेषण किये गये, उनमें सबसे अधिक महत्वपूर्ण कार्य ब्रिटिश जलयान चैलेंजर (Challenger) का है। इसने सन् १८७२ और १८७६ के बीच में पृथ्वी की परिक्रमा लगाकर महासागरीय-अन्वेषण किया। इस जलयान में वैज्ञानिकों और विशेषज्ञों का एक दल था, जिसने विभिन्न गहराइयों में जीव, पादप, निक्षेप, तापक्रम, घनत्व आदि प्रत्येक वस्तु का वैज्ञानिक, नियमित और क्रमबद्ध अध्ययन किया। महासागरीय ज्ञान-भण्डार में चैलेंजर-रिपोर्ट का आज भी महत्वपूर्ण स्थान है।

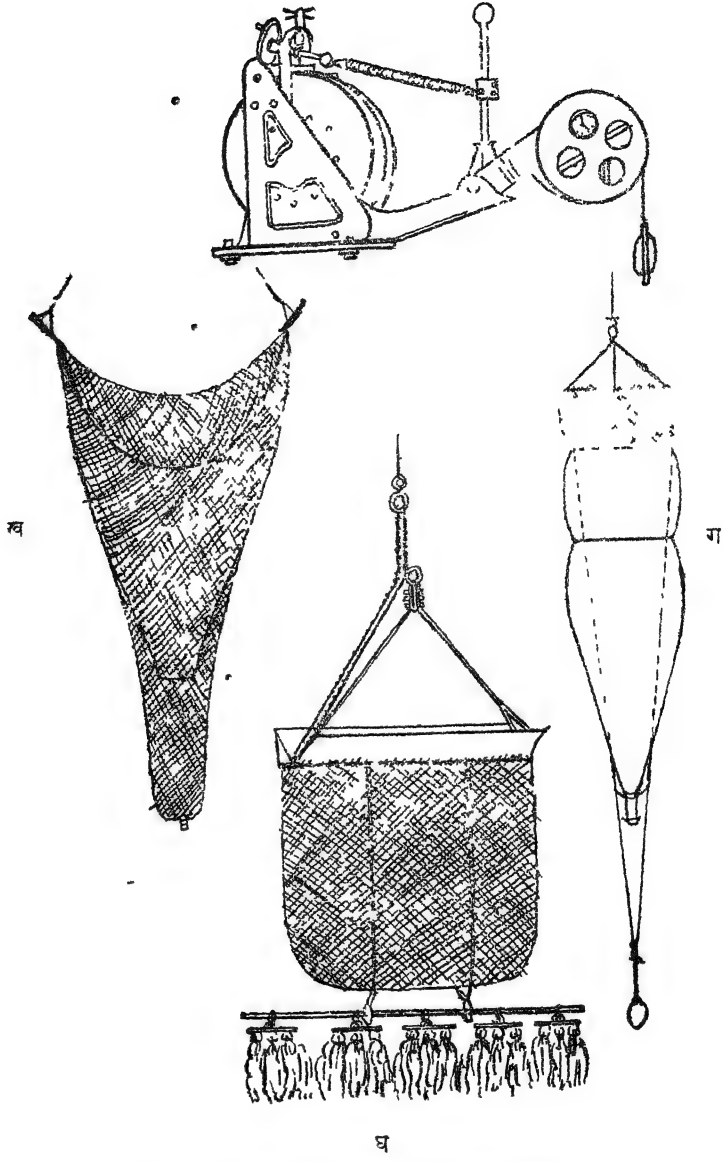
पिछले पचास वर्षों में बहुत से देशों ने महासागरीय अन्वेषण का स्तुत्य कार्य किया है। उत्तरी सागर और नार्वेजियन-सागर के अध्ययन के लिये एक अन्तर्राष्ट्रीय कमीशन नियुक्त किया गया। इसके अतिरिक्त अनेक नगरों में सामुद्र-प्रयोगशालायें (Marine Laboratories) स्थापित की गईं जहाँ अन्वेषण का बहुत सा कार्य हुआ और हो रहा है।

:—अन्वेषण सम्बन्धी यन्त्र

इनमें प्रमुख ये हैं :—

१—ध्वनीकरण (Sounding)—अगाध सागर के अन्वेषण के लिये जो साधन अपनाये जाते हैं, उनमें ध्वनीकरण का यंत्र मुख्य है। इसमें गहराई ज्ञात की जाती है। चैलेंजर के समय में जो रीति अपनाई जाती थी, वह अत्यन्त सरल किंतु भ्रमजनित और अशुद्ध थी। इस रीति में रज्जु द्वारा भार सागर नितल तक ले जाया जाता था। बाद में रज्जु का स्थान बीणा

उदधि
क



चित्र २—महासागरीय अन्वेषण सम्बन्धी यन्त्र
 क = लुका का ध्वनीकरण (Sounding) यन्त्र
 ख = ओटर का आनाय-जाल (Otter's Trawl)
 ग = माइकैल सार्स का उदग्र कर्ष-जाल (Vertical Tow Net)
 घ = चैलेन्जर का निकर्ष-जाल (Challenger's Dredge)

तन्तु (Piano Wire) ने ले लिया। इस रीति से गहरे सागर के ध्वनीकरण में घण्टे लग जाते थे और यदि कहीं कोई व्यतिक्रम हो गया तो सहस्रो गज लम्बा बहुमूल्य तन्तु व्यर्थ चला जाता था। अभिनव काल में प्रतिध्वनि-ध्वनीकरण (Echo-Sounding) की नवीन रीति ज्ञात हुई है और अब इसी का प्रयोग होता है। इस नवीन यन्त्र की विस्तृत विवेचना यहाँ पर सम्भव नहीं है। इतना कहना ही पर्याप्त होगा कि इस प्रणाली के अन्तर्गत जलयानों के तल में एक प्राचीर (Diaphragm) रहता है जिसमें विद्युत प्रदोलन किया जाता है। ये प्रदोलन (Oscillations) सागर-नितल तक जाते हैं और जब वहाँ से परिवर्तित (Reflect) होकर वापिस लौटते हैं तब एक प्राण-प्राचीर (Receiving diaphragm) द्वारा ग्रहण और विजली द्वारा 'आलेखित' किये जाते हैं। गहरे से गहरे सागर में और अत्यन्त प्रति-कूल परिस्थितियों में भी इस प्रकार के ध्वनीकरण के लिये कठिनता से कुछ ही सेकण्ड लगते हैं।

२—निकर्षण (Dredging)—अधिक गहराई में रहने वाले जीवों के अध्ययन के लिये यह रीति विशेष सुविधाजनक है।

निकर्ष (Dredge)—अनेक फुट लम्बा लोह-ककाल होता है, जिसमें बहुत से थैले लगे रहते हैं। सागर नितल में डालकर इसे घण्टे घसीटा जाता है। फिर पृष्ठ पर खींचकर इसकी अन्तर्वस्तु की परीक्षा की जाती है।

यह आशा करना कि इस रीति से अथाह सागर के जीवों का यथार्थ-बोध हो जायगा—भ्रममात्र ही है, क्योंकि तेज चलने वाले जीव तो तुरन्त भाग जाते हैं और फसते हैं तो केवल वे अभागे जन्तु जो इतने छोटे हैं कि जाल में समा जाते हैं और जिनकी गति इतनी मन्द है कि वे तुरन्त भागने में नितान्त असमर्थ हैं।

३—कष-जाल (Tow-nets) और उदग्र-जाल (Vertical nets)—जलपृष्ठ पर तैरने वाले और बीच के प्रदेशों के जीवों और पादपों के फसने के लिये इनका प्रयोग किया जाता है।

४—मथित्र (Certifuge)—आधुनिक अन्वेषणों के अध्ययन से ज्ञात होता है कि महासागर में रहने वाले बहुत से जीव इतने सूक्ष्म हैं कि वे अच्छे से अच्छे रेशम के जालों की अब्धि (Mesh) से भी निकल जाते हैं। महासागर जल को मथकर ही ये जीव एकत्र किये जा सकते हैं। 'माइकेल सार्स'।

में एक बड़ा मथित्र था, जिसमें १२०० घन सैण्टीमीटर सागरजल एक साथ मथा जा सकता था और इसमें छे काच लगे हुए थे। यह एक मिनट में ७०० से ८०० परिक्रमाये करता था और आठ मिनट के बाद सारे जीव काचों के तल में एकत्र हो जाते थे। तब निर्मल जल गिरा दिया जाता था और निक्षेप को नोकदार पे दी के छोटे काच में रखकर हस्त-मथित्र से पुनः मथिते थे। इस प्रकार सारी अन्तर्वस्तु जो सैंकड़ों घन सैण्टीमीटर सागर जल में विद्यमान थी, एक ही घूँद में एकत्र हो जाती थी। तदन्तर उसकी परीक्षा अस्वीक्ष्य-यंत्र (Microscope) में की जाती थी।



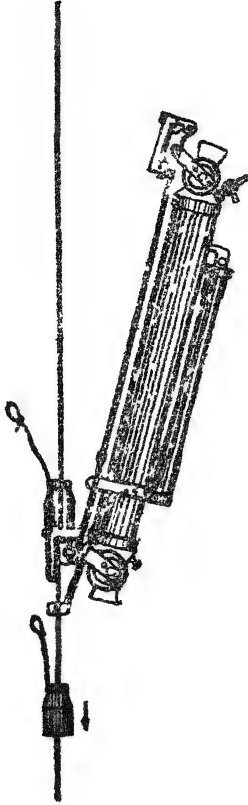
५—अगाध-सागरीय तापमान Deep Sea Thermometer)—अगाध सागरो का तापमान जानने के लिये सिक्स का अधिकतम एवं न्यूनतम तापक्रम-मापक (Six's Maximum and Minimum Thermometer) सर्वप्रथम प्रयोग में लाया गया। चैलेजर के अन्वेषण-काल में मिलर (Miller) तथा कसेला (Casella) द्वारा संशोधित रूप काम में लाया गया। यह तापमान विवृत सागर के लिये जिसमें गहराई के साथ तापक्रम घटता है, सन्तोषजनक है। ब्रुवीय प्रदेशों और कुछ समानवृत्त सागरो में भिन्न तापक्रमों के स्तर विद्यमान हैं अर्थात् गहराई के साथ तापक्रम कभी घटता है, तो कभी बढ़ता है। ऐसी दशा में सिक्स का तापमान असफल सिद्ध होता है। अतएव उसके स्थान पर एक नवीन तापमान का आविष्कार किया गया। इस तापमान को उलटा जा

चित्र ३—प्रतिवर्ती तापमान

सकता है। इसमें किसी भी गहराई का तापक्रम लिया जा सकता है। इस प्रतिवर्ती-तापमान (Reversing thermometer) में नेग्रैट्टी (Negretti) जम्ब्रा (Zambra) तथा रिचर (Richter) ने महत्वपूर्ण सपरिवर्तन और शोधन किये हैं।

ऐतिहासिक पृष्ठभूमि तथा अन्वेषण सम्बन्धी यन्त्र

चित्र ४—तापमान सहित प्रतिवर्ती जलकूपी



६—जल कूपियाँ (Water-bottles)—उनका प्रयोग सागरके किसी विशेष स्तर का जल लाने के लिये किया जाता है। हाल ही में एक प्रतिवर्ती जलकूपी (Reversing water-bottle) प्रयोग में लाई गई है, जिसमें तापक्रममापक भी रखा जा सकता है। इस प्रकार तापक्रम-वाचन और जल न्यादर्श सञ्चयन दोनों कार्य एक साथ हो जाते हैं।

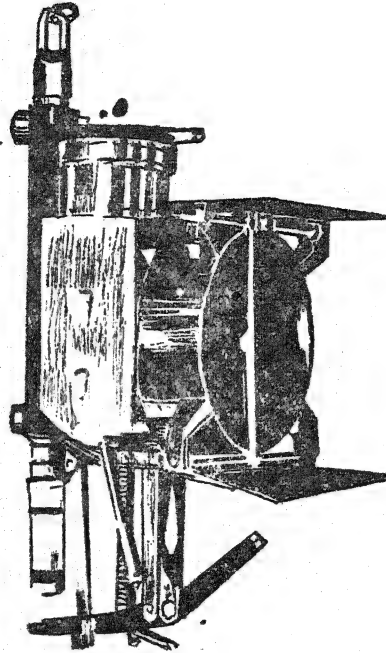
७—भामान (Photometer)—महामागरी में सूर्यप्रकाश कितनी गहराई तक जाता है—यह अध्ययन करने के लिये अनेक प्रकार के भामानयन्त्र समय समय पर काम में लाये गये हैं।



चित्र ५—हॉलैण्ड-हैन्सन का भामान

८—प्रवाह-मापन (Current-Measurer)—जल प्रवाहों का गति-वेग और दिशा जानने के लिये अनेक युक्तियाँ काम में लाई गई हैं। घूर्ण-प्रवाह के अध्ययन के लिये नैर्गने वाली वस्तुओं जैसे हिमशिला (Ice-berg) प्रवाह कूपी (Drift-bottle) आदि में लाभ उठाया जाता है।

चित्र ६—तरंगमन



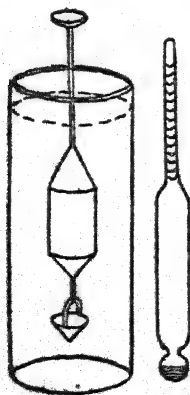
अधःस्थ-वाराओ (Under-currents) के प्रत्यक्ष मापन के लिये प्रवाहमान (Current Measurer) काम में लाया जाता है। इस यंत्र की रचना जटिल है। इसके आधुनिक रूप का श्रेय वी० डब्ल्यू ऐकमैन (V.W.Ekman) को है।

६—तरलमान (Hydrometer)—इससे सागर जल का घनत्व निर्धारित किया जाता है। यह साधारणतः काँच अथवा धातु का बेलना होता है, जो पानी में तैरता है।

१०- घनत्वमान (Densimeter)—सागरजल के विभिन्न

न्यादर्शों के घनत्व मापन के लिए श्री जे० जे० मैन्ले ने (J. J. Manley) ने भिन्नक घनत्वमापक (Differential Densimeter) का आविष्कार किया है। इसकी रचना जटिल है।

चित्र ७—तरलमान चित्र ८—घनत्वमान

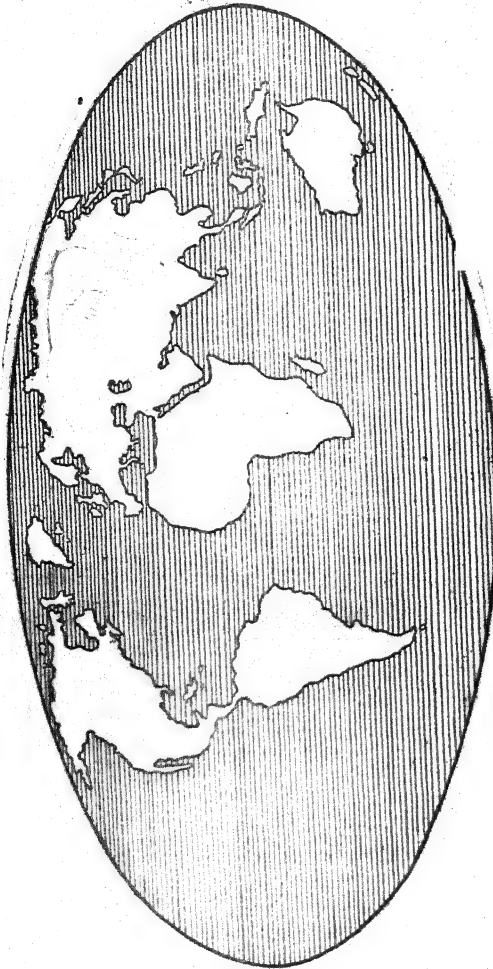


इसका निर्माण इस उद्देश्य से हुआ था कि इसे सागरतट पर स्थित समुद्र-प्रयोग-शालाओं में प्रयोग में लाया जा सके। अभिनव काल में इस यन्त्र में इतने अधिक संशोधन और परिवर्तन किये गये हैं कि अब इसे सरलता से जलयानों में भी उपयोग कर सकते हैं।

द्वितीय परिच्छेद महासागर-जल के सामान्य गुण

१—क्षेत्रफल तथा गहराई

पृथ्वी के समस्त धरातल का क्षेत्रफल प्रायः बीस करोड़ वर्ग मील



चित्र ६—भूपृष्ठ पर जल का विस्तार

है। इसका लगभग ७१ प्रतिशत अंश जल द्वारा आच्छादित है; शेष २९
२

प्रतिशत स्थल है। महासागरो में विद्यमान समस्त जल के आयतन की महत्ता का अनुमान इस प्रकार लगाया जा सकता है, कि यदि समस्त पृथ्वी को सम-तल कर दिया जावे, तो भी उस पर दो मील ऊँचा जल का स्तर रहेगा।

सर जॉन मरे के अनुसार महासागरो की गहराई इस प्रकार है :—

गहराई	समस्त पृथ्वी का प्रतिशत
० फुट से ६०० फुट तक	५
६०० फुट से ३००० फुट तक	३
३००० फुट से ६००० फुट तक	२
६००० फुट से १२००० फुट तक	१५
१२००० फुट से १८००० फुट तक	४१
१८००० फुट से अधिक	५

२—पृष्ठ की प्रकृति

महासागर पृष्ठ, जो स्थल की अपेक्षा इतना अधिक समतल है कि उसे सागर-समतल (Sea-Level) की संज्ञा दी गई है, वास्तव में वक्राकार है और पृथ्वी की आकृति के सदृश है। महाद्वीपों की बृहद् स्थल-राशि महासागर जल को अपनी ओर आकृष्ट करती है, जिसके कारण महासागर पृष्ठ कहीं ऊँचा है, तो कहीं नीचा और सर्वत्र पृथ्वी के गोलाभ के समान नहीं है। यह आकर्षण बहुत कुछ स्थल की मात्रा और घनत्व पर निर्भर है। आगणन द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि हिमालय की आकृष्टि के कारण हिन्द महासागर का जल बंगाल की खाड़ी के उत्तरी भाग में लक्षात् तट की अपेक्षा ३०० फुट अधिक ऊँचा रहता है। इसी प्रकार उत्तरी अमेरिका के पूर्वी तट का जल-पृष्ठ पश्चिमी तट की अपेक्षा नीचे रहता है। इसका कारण रॉकी पर्वत श्रेणी है।

३—सरचना

महासागर जल का ३.५ प्रतिशत भाग घुले हुए खनिजों से रचित है। इन खनिजों का तीन-चौथाई भाग सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride) है। मैग्नेशियम क्लोराइड (Magnesium Chloride), कैल्शियम सल्फेट (Calcium Sulphate) तथा पोटेशियम सल्फेट (Potassium Sulphate) भी विद्यमान हैं (विशेष विवरण के लिये सागर की लवणता का प्रकरण देखिये) और इनके अतिरिक्त अन्य पदार्थ भी नगण्य मात्रा में रहते हैं, यहां तक कि सोना और चांदी के यौगिक (Compounds) भी

मिलते हैं। यदि महासागरों का समस्त लवण एकत्र किया जावे तो वह समस्त पृथ्वी पर ४०० फुट मोटी पर्पटी बनाने में समर्थ होगा। इससे महासागरों में विद्यमान लवण की मात्रा का अनुमान किया जा सकता है।

४—घनत्व तथा दबाव

धुले हुए खनिजों के कारण सागर-जल का घनत्व अलवण-जल (Fresh Water) की अपेक्षा अधिक होता है। महासागर-पृष्ठ के जल का औसत घनत्व १.०२६ है। वर्षाभय उष्ण कटिबन्ध में और बड़ी नदियों के मुहानों में, जहां अलवण जल की अपरिमित राशि मिलती रहती है, घनत्व औसत से कम है। दूसरी ओर शुष्क व्यापारिक वायु के कटिबन्धों में जैसे लालसागर अथवा भूमध्यसागर में, जहां वाष्पीकरण अधिक होता है, घनत्व औसत की अपेक्षा अधिक है।

मीलों ऊंचे जल के स्तर के भार के कारण सागर-नितल में दबाव बहुत रहता है। एक मील की गहराई में प्रत्येक वर्ग इंच पर एक टन भारी जल-स्तम्भ का दबाव रहता है। महानागरीय अथाहों में प्रतिवर्ग इंच दबाव लगभग छै टन होता है।

५ वर्ण (Colour) एवं नीलमा (Phosphorescence)

(अ) वर्ण

नीला और हरा जल

महासागर जल सामान्यतः नीला होता है किन्तु कहीं कहीं हरा वर्ण भी पाया जाता है। महासागरों के उष्ण भागों में सबसे अधिक नीला वर्ण पाया जाता है—जैसे गल्फ-स्ट्रीम में। दूसरी ओर शीतल सागरों में हरा जल पाया जाता है, जैसे आर्कटिक महासागर में। कुछ तटों पर भी हरा जल पाया गया है। वर्ण के इस विभेदन का सन्तोषजनक स्पष्टीकरण अभी तक नहीं हो सका है।

आकाश के वर्ण से सम्बन्ध

हम अनुमान करते हैं कि महानागर जल की नीलिमा आकाश के परावर्तन (Reflection) के कारण है। निम्नन्वेद यह एक कारण है भी; किन्तु जब हम यह देखते हैं कि बदली छायी रहने पर भी उष्ण महासागरों के जल का वर्ण नीला ही रहता है और दूसरी ओर प्रखर आतप में भी आर्कटिक जल हरा ही रहता है, तब हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि वर्ण-विभेदन का केवल यही कारण नहीं हो सकता।

शुद्धता से सम्बन्ध

काच की लम्बी परखनली में भरे हुए आसुत जल (Distilled Water) के अवलोकन द्वारा यह ज्ञात होता है कि उसका स्वाभाविक वर्ण नीला है, किन्तु यदि उसमें प्राकारिक (Organic) अथवा अप्राकारिक (Inorganic) अशुद्धियों का समावेश कर दिया जावे, तो उसका वर्ण हरा हो जाता है। इससे तो यही निष्कर्ष निकलता है कि नीले जल के महासागर अत्यन्त शुद्ध हैं और हरे जल के महासागरो में अशुद्धियों का बाहुल्य है। सागरजल में प्रवेश करते समय स्वेत-प्रकाश व्याभंगित (Diffract) होता है और लघुतम देव्य (Shortest wave length) की प्रकाश-तरंगें [नील (Blue), निनील (Indigo) एवं नीललोहित (Violet)] प्रविक्षेपित (Scatter) होकर परावर्तित (Reflect) होती हैं, जिसका परिणाम नीला वर्ण है। यदि अशुद्धियों की मात्रा अधिक हुई तो स्थूल हरी तरंगें भी परावर्तित होती हैं और वर्ण-निर्धारण में प्रमुख रहती हैं।

नदियों से सम्बन्ध

सागरतट के निकट जल के हरे होने का एक कारण निलम्बित अवसाद (Suspended Sediments) हो सकता है, जो स्थल से किसी भाति वहा तक पहुँच गया हों। कुछ आगिक समावृत सागरो (Partially enclosed seas) में जैसे बाल्टिक सागर में अवसाद के कारण जल विवर्णित (Discoloured) हो गया है। बहुत सी पक्कमयी सरिताओं (जैसे मिसिसिपी) के मुहाने के निकट सागर बहुत दूर तक विवर्णित हो गया है। चीन के पीले-सागर (Yellow Sea) के नामकरण का भी यही रहस्य है। प्रविक्षेपण (Selected Scattering) तथा स्वेत-प्रकाश की कुछ विशेष तरंगों का परावर्तन ही संभवतः सागर जल के नीले और हरे वर्ण का कारण है; हा, आकाश के वर्णों का परावर्तन किसी अंश तक इसमें अवश्य सहायक होता है।

जीवों से सम्बन्ध

प्रायः सभी महासागरो के जल में सूक्ष्म एवं अणुवीक्ष्य (Microscopic) जीव रहते हैं। संभव है, इन जीवों की संख्या और प्रकृति के अनुसार महासागर जल का वर्ण कहीं नीला है तो कहीं हरा। यदि ये जीव उष्णजल की अपेक्षा शीतल जल में अधिक हों, जैसा कि अनेक प्रमाणों से

सिद्ध होता है, तो हरित रश्मियों का प्रवृत्त्य-विक्षोभ स्पष्ट हो जाता है। लाल सागर का वर्ण उसमें विद्यमान प्रचुर सूक्ष्म लाल आणविका (Reddish algae) के कारण ही है।

लवणता (Salinity) और घुली हुई गैसों (Dissolved gases) से सम्बन्ध

वर्ण-विभेदन के दो और कारण हो सकते हैं—लवणता और घुली हुई गैसों की मात्रा में अन्तर। शीतल जल में उष्ण जल की अपेक्षा लवणता कम होती है किन्तु घुली हुई गैसों की मात्रा अधिक। उबले जल में नितल के कारण हुआ परावर्तन भी किन्हीं अंशों में वर्ण-निर्धारण के लिये उत्तरदायी है। प्रवाली शृंखलाओं के चोत्रों में सामान्य निनील-नील (Indigo-blue) वर्ण तथा महासागरों के मध्य में सागर नितल के विभिन्न भागों द्वारा परावर्तित नील-लोहित और हरा वर्ण बड़ा ही सुन्दर लगता है।

(ब) भासा (Phosphorescence)

कभी कभी, विशेषकर शान्त रजनी में, महासागर जल रजत-रश्मियों द्वारा प्रज्वलित हो उठता है, जिसे हम भासा कहते हैं। महासागर के पृष्ठ जल में ऐसे अगणित सूक्ष्मतम अणुजीवी जन्तु विद्यमान हैं, जो इस अनोखे प्रकाश का स्फुलिङ्ग (Spark) उत्पन्न करने में समर्थ हैं और इस विषय में उनकी शक्ति समयानुसार घटती-बढ़ती रहती है। यही कारण है कि किन्हीं रात्रियों में महासागरजल प्रकाश से सर्वथा उन्मुक्त रहता है और किन्हीं रात्रियों में प्रत्येक तरंग के साथ नवीन रजत रश्मि प्रज्वलित हो उठती है। कभी कभी जब नौकारोहण द्वारा जलपृष्ठ में विक्षोभ होता है, तो नौका के पीछे पीछे भासा की चमक द्वारा एक छोटा सा पश्च-पथ बनता जाता है।

६—आलगाव (Viscosity)

महासागर जल का आलगाव महत्वपूर्ण है क्योंकि उस पर जीवों का प्लावन और अनेकानेक प्राणिकीय घटना (Biological phenomena) निर्भर हैं। आलगाव का विभेदन मुख्यतः तापक्रम के विभेदन पर निर्भर है। लवणता की सामान्य सीमाओं ३० से ३५ प्रति सहस्र के अन्दर लवणता-विभेदन के कारण आलगाव के विभेदन नगण्य है। आलगाव तापक्रम की वृद्धि के साथ घटता जाता है, जैसा कि निम्नांकित तालिका द्वारा स्पष्ट है :—

तापक्रम	आलगत्य ३२°फ पर अलवण जल = १००	
	लवणता ३० प्रति सहस्र	लवणता ३५ प्रति सहस्र
३२°फ	१०२	१०३
४१°फ	८७	८८
५०°फ	७५	७६
५६°फ	६६	६६
६८°फ	५८	५६
७७°फ	५२	५३
८६°फ	४७	४७

तृतीय परिच्छेद—

महासागरो की उत्पत्ति

कृपया 'भूसैद्धान्तिकी' का द्वितीय परिच्छेद देखिये ।

चतुर्थ परिच्छेद—

महामागर नितल का स्थायित्व

कृपया 'भूसैद्धान्तिकी' का द्वितीय परिच्छेद देखिये ।

पञ्चम परिच्छेद—

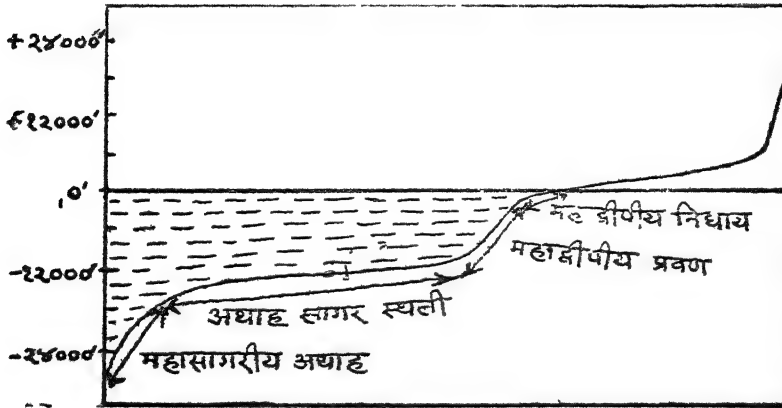
महाद्वीपीय प्रवाह

कृपया 'भूसैद्धान्तिकी' का पञ्चम परिच्छेद देखिये ।

महासागर नितल की आकृति

१. उच्चतामितीय वक्र (The Hypsographic Curve)

यह वक्र उच्चतम गिरि-शिखर से लेकर अधम महासागरीय—अथाह तक के क्रमिक समतल प्रदर्शित करता है।



चित्र १०—उच्चतामितीय वक्र (Hypsographic Curve)

२. समुद्रान्तर भौम्याकार Submarine Topography

जैसा कि उच्चतामितीय वक्र के रेखाचित्र द्वारा स्पष्ट है, महासागर—नितल को हम चार भागों में विभाजित कर सकते हैं।—

(१) महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf)

यह स्थल का स्पर्श करता है और इसका प्रवण (Slope) अत्यन्त मन्द (Gentle) है। यह ६०० फुट तक की गहराई तक फैला हुआ है। इसका निर्माण अपक्षरण (Erosion) और निक्षेपण (Deposition) द्वारा हुआ है। नदियों द्वारा लाया गया अपसाद (Sediments) इसमें ही एकत्र होता है। ६०० फुट की गहराई तक सूर्यप्रकाश का कुछ अंश

प्रविष्ट हो सकता है, अतएव इस भाग में सागरीय वनस्पति पाई जाती है और मछली आदि जूल-जन्तु भी मिलते हैं। समस्त पृथ्वी का ५ प्रतिशत भाग महाद्वीपीय-निधाय है।

(२) महाद्वीपीय प्रवण (Continental Slope)

यह भाग महाद्वीपीय निधाय के ठीक नीचे है। इसका प्रवण प्रपाती (Steep) है और इसका विस्तार लगभग ६०० फुट की गहराई से लेकर १२००० फुट की गहराई तक है। केवल सूक्ष्म मृत्तिका (Fine Clay) यहाँ तक पहुँचती है।

(३) अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain)

महासागर—नितल का अधिकतर भाग इसी प्रकार का है। यह चौड़ा और प्रायः समतल क्षेत्र है, जिसकी गहराई १२००० फुट से १८००० फुट तक है। इसके प्रवण अत्यन्त मन्द है। नदियों द्वारा लाया गया अवसाद यहाँ तक नहीं पहुँचता; इसके निक्षेप (Deposits) सूक्ष्म पेंक (Fine Mud) और सागरपृष्ठ पर रहनेवाले और मरनेवाले जीव-जन्तुओं की अस्थियों और कर्पसों (Shells) से बने हैं। एक प्रकार की लाल मृत्तिका (Red Clay), जो समग्रतः ज्वालामुखीय उद्भव की है, वायु द्वारा सागर तक परिवाहित होती है और डूबकर अथाह सागर स्थली तक पहुँच जाती है और उसके निक्षेप के निम्नतम स्तर का निर्माण करती है। भू-पृष्ठ का ४७ प्रतिशत भाग अथाह सागर स्थली है।

(४) महासागरीय अथाह (Oceanic Deep)

ये महासागर के सबसे अधिक गहरे भाग हैं। महासागर नितल में विस्तृत कुओं और घाटियों की तरह ये विद्यमान हैं। नितल के अन्य भागों की अपेक्षा इनका क्षेत्रफल बहुत कम है। अधिकतर ये महासागरों के मध्यभाग में नहीं पाये जाते वरन् स्थलखण्डों के समीप ही मिलते हैं। इस प्रकार के चार महत्वपूर्ण निम्न प्रशान्त महासागर में और दो अन्ध महासागर में पाये गये हैं। सबसे गहरा अथाह फिलिपाइन द्वीप के निकट स्थित है।

अन्य विषमतायें

अपेक्षाकृत लघु आकार की अन्य विषमतायें जैसे लम्बें और सकरे

उभार, विस्तृत उभार, ज्वालामुखीय शंकु आदि अधिकतर अथाह सागर स्थली पर पाई जाती हैं।

महासागर-नितल के रूपधेयो की उत्पत्ति

महासागर नितल के रूपधेय सामान्यतः निम्नलिखित क्रियाओं से बनते हैं :—

(१) समुद्रवर्तन (Diastrophism) अथवा भूपर्पटी के कुछ भाग का ऊपर उठ जाना अथवा नीचे धँस जाना।

(२) ज्वालामुखी की क्रिया।

(३) निक्षेपण।

अपवाद केवल महाद्वीपीय-निधाय (Continental Shelf) हैं। जिनमें अपक्षरण में भी कुछ रूपधेय बन जाते हैं।

महासागर में ज्वालामुखी की क्रिया से अनेक प्रकार की आकृतियाँ बन जाती हैं। बहुत सी ज्वालामुखीय शंकु (Volcanic cones) सागर-समतल के ऊपर हैं और बहुत सी नीचे। इनके अतिरिक्त समुद्र के गर्म में अनेक लावा के पटार एवं अन्य ज्वालामुखीय निक्षेप भी पाये जाते हैं।

समुद्रान्तर भौम्याकार की रचना में ज्वालामुखी की अपेक्षा समुद्रवर्तन (Diastrophism) का कार्य महत्वपूर्ण है। सभी सागर-द्रोण्या धँसे हुए क्षेत्र हैं। महाद्वीपीय प्रवण कहीं विभंग-रेखा (Fault Line) का द्योतक है तो कहीं नितल के विभजन (Warping) से बन गया है। सागर-नितल के विस्तृत पटार ऐसे अंश हैं, जिनपर भजन की क्रिया का कोई प्रभाव नहीं पड़ा। समुद्रान्तर पर्वत-श्रेणियाँ तथा घाटियाँ नितल के भजन की द्योतक हैं। नितल की आकृति को प्रभावित करने वाली ये क्रियाएँ अभी भी गतिशील हैं।

सागर नितल में निक्षेप सदैव एकत्र होते रहते हैं, हाँ इतना अवश्य है कि स्थलीय निक्षेप अग्राथ सागर तक नहीं पहुँच पाते, दूसरी ओर महाद्वीपों के निकट विशेषकर महाद्वीपीय-निधाय में स्थलीय-निक्षेप अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं। महाद्वीपीय-निधाय में ये निक्षेप समतलन (Gradation) का कार्य करते हैं अर्थात् वे निचले भाग को भरकर समतल कर देते हैं। यही नहीं, स्वयं निधाय का अधिकांश भाग स्थलजन्य निक्षेप से बना है। बगाल की खाड़ी में गंगा के डेल्टा का आगे बढ़ना निक्षेपण का ही तो फल है।

६—अन्ध और प्रशांत महासागरों के नितल

अन्ध और प्रशान्त महासागरों के पूर्व-पश्चिम प्रच्छेद (Sections)
क्रमशः चित्र ११ तथा १२ में प्रदर्शित किये गये हैं।



चित्र ११—अन्ध महासागर के नितल का प्रच्छेद

अन्धमहासागर के नितल के प्रच्छेद द्वारा स्पष्ट है कि :—

- १—इसमें महाद्वीपीय निधाय अत्यन्त स्पष्ट हैं।
- २—इसके मध्य में एक उभार है, जिसे हम मध्य अन्धमहासागरीय कूट (Central Atlantic Ridge) कहते हैं।
- ३—इसमें महासागरीय अथाह कम हैं।



चित्र १२—प्रशांत महासागर के नितल का प्रच्छेद

प्रशांत महासागर के नितल के प्रच्छेद से हमें ज्ञात होता है कि—

- १—इसमें महाद्वीपीय निधाय का विकास अत्यन्त लीण और अस्पष्ट है।
- २—अन्धमहासागर की भाँति इसमें उभार नहीं हैं।
- ३—इसमें महासागरीय अथाह अपेक्षाकृत अधिक हैं और वे द्वीपों और पठारों के निकटस्थ हैं।

अब हम अन्ध और प्रशान्त महासागरों के नितलों की विस्तृत विवेचना करेंगे:—

अन्ध महासागर

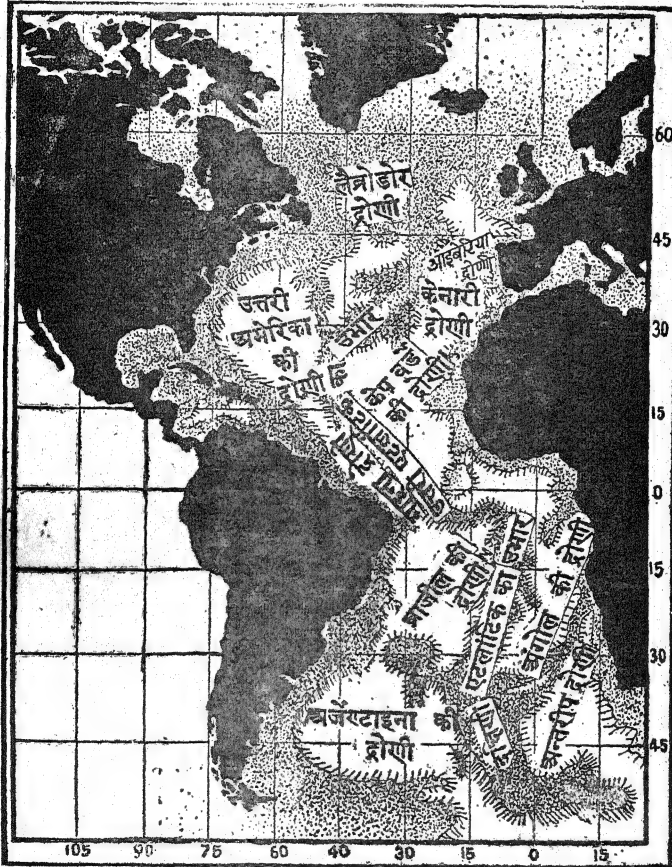
आकृति

अन्ध महासागर की आकृति बड़ी ही अनियमित (Irregular) है। दक्षिण में जहाँ यह अटलांटिक सागर से मिलता है—वहाँ इसकी चौड़ाई काफी अधिक है किंतु भूमध्य रेखा के निकट (द० अमरीका और अफ्रीका के

बीच में) यह संकरा हो गया है ; उत्तर की ओर अफ्रीका और उ० अमरीका के बीच में पुनः चौड़ा हो गया है किंतु और उत्तर में चौड़ाई घटती चली गई है । अधिक उत्तर में जहां यह आर्कटिक सागर से मिलता है, चौड़ाई फिर काफी हो गई है ।

तटीय सागर

अटलाण्टिक महासागर के दोनों किनारों पर अनेक सागर हैं, जो उससे यद्यपि संकरे जल-विभागों से जुड़े हुए हैं, तथापि अन्य अर्थों में पूर्णतः



चित्र १३—ग्रन्थ महासागर का नितल

पृथक है। उत्तरी अटलांटिक में पश्चिम की ओर बैफिन और हडसन की खाड़ियाँ हैं और पूर्व में उत्तरी सागर और बाल्टिक सागर हैं। ये सभी उथले हैं।

मध्य अध महासागर में पश्चिम की ओर मैक्सिको की खाड़ी और कैरिबियन सागर हैं तथा पूर्व में भूमध्य सागर है। ये सभी गहरे हैं।

गहराई और समुद्रान्तर कूट एवं द्रोण्यां

अटलांटिक की औसत गहराई दो मील से भी अधिक है। इसका सबसे अधिक गहरा भाग पोर्टो रिको (Porto Rico) के उत्तर में विद्यमान है। इसकी गहराई ४५६० फीट है।

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, अटलांटिक सागर के पूर्वी और पश्चिमी दोनों ही किनारों में महाद्वीपीय निधाय अत्यन्त स्पष्ट हैं।

इस महासागर में अथाह सागर स्थली की गहराई सर्वत्र समान नहीं है। इसके बीच में एक उभार है जिसे मध्य अन्धमहासागरीय कूट (Central Atlantic Ridge) कहते हैं। उत्तरी अटलांटिक में इसे डोलफिन कूट (Dolphin Ridge) कहते हैं और दक्षिणी अटलांटिक में चैलेंजर कूट (Challenger Ridge)। भूमध्य-रेखीय भागों को छोड़कर इस मध्य अन्धमहासागरीय कूट का कोई भी भाग २००० फीट से अधिक गहरा नहीं है। अजोर्स (Azores), अस्केंशियन (Ascension), त्रिस्तन द कुन्हा (Tristan da Cunha) आदि द्वीप इसी पर स्थित हैं।

अटलांटिक महासागर में अनेक द्रोण्यां विद्यमान हैं। इनमें प्रमुख ये हैं :—

(१) लैब्रेडोर की द्रोणी—यह लैब्रेडोर के पूर्व में स्थित है।

(२) उत्तरी अमेरिका की द्रोणी—इसे पश्चिमी भारतीय द्रोणी भी कहते हैं। यह संयुक्त राष्ट्र अमेरिका के पूर्व में विद्यमान है।

(३) गायना की द्रोणी—यह दक्षिण अमेरिका के गायना-तट के निकट स्थित है। वास्तव में यह उत्तरी अमेरिका की द्रोणी का दक्षिणी अंश मात्र है। अटलांटिक महासागर की सबसे अधिक गहराई इसी में मिलती है।

(४) ब्राजील की द्रोणी—यह ब्राजील के पूर्वी तट पर विद्यमान है। इसके बीच में एक बड़ा गड्ढा है।

(५) **अर्जेंटीना की द्रोणी**—यह अर्जेंटीना के पूर्वी तट पर स्थित है। इसमें एक महासागरीय अथाह (Oceanic Deep) है।

(६) **आइबेरिया की द्रोणी**—यह पुर्तगाल के पश्चिम में है।

(७) **केप वडै की द्रोणी**—यह अफ्रीका महाद्वीप के उत्तर-पश्चिम में है।

(८) **कनारी की द्रोणी**—यह द्रोणी आइबेरिया की द्रोणी और केप वडै की द्रोणी के मध्य में स्थित है।

(९) **अंगोला की द्रोणी**—यह ब्राजील की द्रोणी के ठीक सामने अफ्रीका के पश्चिम में स्थित है।

(१०) **अन्तर्राष्ट्र की द्रोणी**—यह अफ्रीका के द.प. में अर्जेंटीना की द्रोणी के ठीक सामने स्थित है। उत्तम आशा अन्तर्राष्ट्र के निकट होने के कारण इसका यह नाम पड़ा।

अन्ध महासागर में प्रशांत की अपेक्षा महासागरीय अथाह (Oceanic Deeps) कम पाये जाते हैं।

प्रशान्त महासागर

आकृति

अटलांटिक की अपेक्षा प्रशान्त की सीमाये अधिक नियमित हैं। इसकी आकृति त्रिभुज जैसी है। अटलांटिक सागर इस त्रिभुज के आधार पर स्थित है और शीर्ष उत्तर में है। प्रशान्त महासागर की सर्वाधिक चौड़ाई नितान्त दक्षिण में न होकर भूमध्य-रेखा के निकट है।

तटीय सागर

अटलांटिक की भांति इसके किनारों पर विशेषकर पश्चिमी तट पर अनेक सागर विद्यमान हैं, जिनका हमसे बहुत कम सम्बन्ध है। उत्तरी प्रशान्त में ओखोट्स्क सागर, जापान सागर, पीला सागर ऐसे ही सागर हैं। ये अपेक्षाकृत उथले हैं। मध्यचीन के तट पर चीन सागर, कैलेबेस सागर और मलाया के निकट अनेक ऐसे सागर हैं, जिनके गहरे भाग प्रशान्त के समान हैं।

गहराई और समुद्रान्तर तट एवं द्रोणियाँ

प्रशान्त की ओसत गहराई ढाई मील है। फिलिपाइन द्वीप समूह के निकट यह सबसे अधिक गहरा है। यहाँ कुछ अथाह ६००० दम गहरे पाये गये हैं।

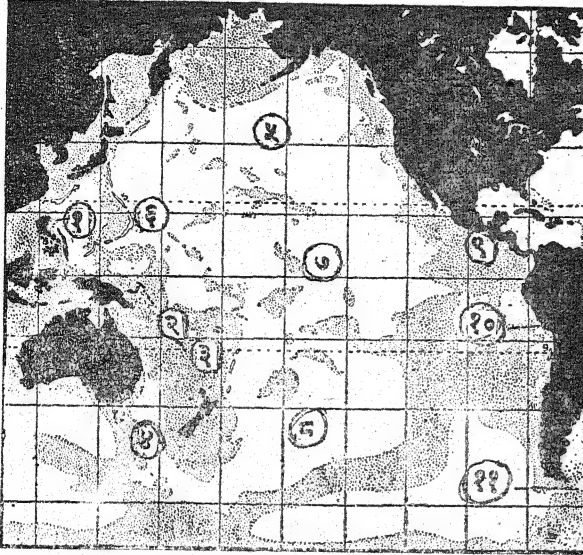
यदि किनारों पर स्थित सागरों का विचार न किया जाय तो यह ज्ञात होता है कि प्रशान्त महासागर में महाद्वीपीय निधाय या तो बहुत सङ्कीर्ण है या है ही नहीं, जिससे तटों पर प्रवण बड़े प्रपाती हैं।

अटलाण्टिक की भाँति प्रशान्त में उसे दो भागों में विभाजित करनेवाला कोई भी समुद्रान्तर कूट नहीं है, किन्तु अथाह सागर स्थली अनेक स्थानों पर समुद्रान्तर पटारों के रूप में ऊपर उठ गई है। इन पटारों पर अनेक द्वीप-समूह स्थित हैं—विशेषकर दक्षिणी प्रशान्त में।

प्रशान्त के पूर्वी भाग में मध्य अमेरिका से आरम्भ होकर द० पश्चिम की दिशा में न्यूजीलैण्ड के दक्षिण में अटार्कटिका तक एक समुद्रान्तर कूट चला गया है। इसे पूर्वी प्रशांत का कूट कहते हैं। ये २००० फ़ैदम से भी कम गहरा है। यह प्रशान्त के मध्यवर्ती निम्न को द. अमेरिका के पश्चिमी तट पर स्थित गहरी द्रोणियों से पृथक् करता है। उत्तरी प्रशान्त के दक्षिणी भाग में कैरोलियन का उभार है, जिस पर कैरोलियन के द्वीप स्थित हैं। सौलोमन का उभार सौलोमन द्वीप समूह के निकट है। इसकी गहराई २५०० फ़ैदम है। आस्ट्रेलिया के पूर्व में भी प्रशांत महासागर बहुत उथला है। एक उभार आस्ट्रेलिया के द० पू० से लेकर अटार्कटिका तक चल गया है।

प्रशांत में अनेक ज्वालामुखीय द्वीप हैं। इसकी एक विशेषता प्रवाली शृंखलाओं की बहुलता है। एक अन्य गुण द्वीपों के चाप की प्रचुरता भी है।

अधिकांश महासागरीय अथाह स्थलखण्डों के निकट स्थित है, उदाहरण के लिये टस्कैरोरा अथाह (Tuscarora Deep) जापान के तट पर स्थित है तथा अटाकामा अथाह (Atacama Deep) द० अमेरिका के पश्चिमी तट पर स्थित है। समुद्रान्तर पटारों के निकट भी कुछ अथाह वर्तमान हैं।



चित्र १४—प्रशांत महासागर का नितल

द्रोणियों के अध्ययन की दृष्टि से प्रशांत महासागर के तीन भाग किये जा सकते हैं :—

१—पश्चिमी प्रशांत—इसकी मुख्य द्रोणियां ये हैं—फिलीपाइन द्रोणी (१)* कैरोलिन द्रोणी, सोलोमन द्रोणी, कोरल द्रोणी, न्यू हैब्राइड्स द्रोणी, (२)* फीजी द्रोणी, (३)* पूर्वी आस्ट्रेलिया की द्रोणी (४)*

२—मध्य प्रशांत—इसमें निम्नलिखित द्रोणियां उल्लेखनीय हैं :—

उत्तरी प्रशान्त की द्रोणी, (५)* मैरियाना की द्रोणी, (६)* मध्य प्रशांत की द्रोणी (७)* तथा दक्षिणी प्रशांत की द्रोणी (८)* (टोंगा-कर्माडेक का निम्न तथा वायर्ड का अथाह इसी के अन्तर्गत हैं)

३—द० पू० प्रशांत (अर्थात् पूर्वी प्रशांत के कूट के पूर्व का भाग) इसमें स्थित मुख्य द्रोणियां ये हैं—ग्वाटेमाला की द्रोणी (९)* पेरू की द्रोणी (१०)* तथा प्रशान्त-अटलांटिक द्रोणी (११)*

*चित्र १४ के अंकन

हिन्द महासागर

१—नितल के रूप धेय (Bottom Relief)

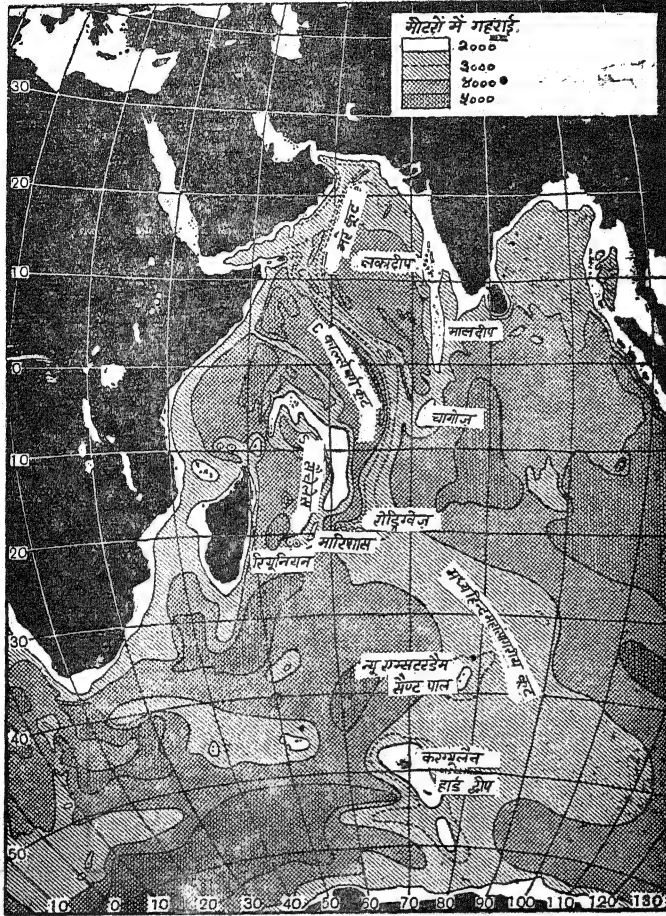
(१) समुद्रान्तर कूट (Submarine ridges)

प्रायद्वीपीय भारत और लङ्का के बीच में आ जाने से उत्तरी हिंद महासागर दो भागों में बँट जाता है—पश्चिम में अरब सागर और पूर्व में बङ्गाल की खाड़ी। पूर्वी बङ्गाल की खाड़ी में अण्डमान और निकोबार द्वीपों की वक्र श्रृंखला तथा भारत के दक्षिण-पश्चिम में लकादीव, मालदीव एवं चागोज द्वीपों की सीधी रेखा समुद्रान्तर पर्वत श्रेणियों की द्योतक है। इन दोनों में मुख्य भेद यह है कि अण्डमान-निकोबार द्वीप-समूह समुद्रांतर पर्वत श्रेणियों के उच्चतम शिखर है किंतु लकादीव-मालदीव-चागोज श्रृंखला पूर्णतः प्रवाल द्वारा रचित है, जिसका विकास अधिक गहराई में स्थित पर्वत-शिखरों पर हुआ है, जिन्हें उसने सर्वत्र ढक लिया है। ससार की कुछ सर्वोत्कृष्ट प्रवालयाये (Atolls) एवं उपहृद (Lagoons) इसमें विद्यमान हैं।

अण्डमान-निकोबार द्वीप-श्रृंखला के पश्चिम में एक समुद्रांतर कूट विद्यमान है। इसका विस्तार उत्तर दक्षिण दिशा में है। इसे कार्पेंटर-रिज (Carpenter Ridge) कहते हैं। यह सागर नितल से २२८० मीटर ऊपर उठा हुआ है।

अण्डमान-निकोबार-द्वीप समूह के पूर्व में एक ज्वालामुखी—जन्य श्रृंखला है। और अधिक पूर्व में अग्नि शैलो (Interrupted rocks) की एक श्रृंखला की खोज हुई है, जो वरमा के वर्तमान तट के समानांतर चली गई है। इस श्रृंखला के अनेक अंश लगभग सागर-समतल तक उठे हुए हैं किंतु कहीं भी यह श्रृंखला सागर पृष्ठ से ऊपर नहीं उठ सकी है।

नवीन अनुसन्धानों से ज्ञात होता है कि पश्चिमी हिन्दमहासागर में भी भारतवर्ष और अफ्रीका के मध्य में एक वृहद् समुद्रान्तर पर्वतश्रृंखला वर्तमान है, जिसे कार्ल्सबर्ग रिज (Carlsberg Ridge) कहते हैं। अपनी लम्बाई के अधिकतर भाग में यह श्रृंखला दोहरी है; दो ऊँची श्रेणियों के बीच में एक घाटी चली गई है। यह श्रृंखला ग्याडाफ्यू अन्तरीप (Cape Guardafui) और सोकोत्रा (Socotra) द्वीप के निकट से आरम्भ होकर द० पू० में चागोज जलडमरूमध्य तक चली गई है जहाँ वह पहले दक्षिण



चित्र १५—हिन्द महासागर का नितल

की ओर मुड़ती है और फिर द० प० की ओर। इस प्रकार वह रोड्रिग्वेज द्वीप (Rodriguez island) तक चली गई हैं। यहां पहुँचकर उसकी ऊँचाई लुप्त हो जाती है और संभवतः मध्य अन्ध-महासागर कूट (Central Atlantic Ridge) की भांति मध्यहिन्दमहासागर-कूट के रूप में दूर तक फैली हुई है। दक्षिण में यह एक चौड़े पटार का रूप ग्रहण कर लेती है, जिसके एक आधारे से न्यू एम्सटर्डम (New Amsterdam) तथा सैण्ट पाल

(St. Paul) नामक द्वीप उठे हैं और दूसरे आधार से करग्यूलेन (Kerguelen) हाड (Heard) तथा मैकडौनलड (Macdonald) द्वीप-समूह। अन्त में यह कूट अण्वर्कटिका महाद्वीप में मिल गया है।

कार्ल्सवर्ग रिज के ७० प० में मरे रिज (Murray Ridge) विद्यमान है। यह भी दोहरी है, इसकी मध्यवर्ती घाटी लगभग ३६६० मीटर गहरी है। यह कूट सिंध की किरथर श्रेणी का समुद्रान्तर विस्तार प्रतीत होती है। हाल ही में समुद्र के अन्दर एक तीसरी अन्तरित गिरि-शृङ्खला का पता चला है जो विलूचिस्तान और ईरान के तट पर पूर्व-पश्चिम दिशा में विद्यमान है। यह जैग्रोम पर्वत माला (Zagros Mountain System) का समुद्रान्तर अंश प्रतीत होती है।

कार्ल्सवर्ग रिज के स केन्द्र (Concentric) सैचेलैस-मौरिशस (Seychelles-Mauritius) नामक वक्रकूट उर्सी के दक्षिण-पश्चिम में विद्यमान है।

(२) समुद्रान्तर दरियां

(Submarine gullies)

भारतीय तट के निकट कम से कम दो समुद्रांतर दरिया तो हैं ही, अधिक भी सम्भव हैं। पश्चिम में सिन्ध नदी के मुहाने पर 'इंडस स्वाच' (Indus Swatch) नामक जलदरी है जो महाद्वीपीय निधाय के सिरे पर ३० मीटर गहरी है और क्रमशः बढ़ते २ मुहाने पर ११३४ मीटर गहरी हो गई है। इस जलदरी के दोनों ओर २०० मीटर ऊँची दीवालें हैं।

इसी प्रकार बङ्गाल की खाड़ी में गङ्गा नदी के मुहाने पर भी एक ऐसी ही जलदरी है, जिसे 'स्वाच आफ नो ग्राउण्ड' (Swatch of no ground) की संज्ञा दी गई है। इस जलदरी की गहराई महाद्वीपीय निधाय के सिरे पर ३० मीटर और मुहाने पर ११०० मीटर है।

अरब सागर में इरावदी नदी के मुहाने पर भी इस प्रकार की जलदरी सम्भव है, हो। इस सम्बन्ध में कुछ प्रमाण भी उपलब्ध हुए हैं।

इन समुद्रांतर दरियों की उत्पत्ति के सम्बन्ध में दो वाद हैं। एक वाद के अनुसार ये जलदरिया पूर्वकाल में नदियाँ थीं, जो कालांतर में जलमग्न हो गईं। इस वाद के अनुसार महाद्वीपीय निधाय महाद्वीप का एक मौलिक और अविच्छिन्न भाग है। यह वाद सर्वमान्य नहीं है। एक दूसरा वाद यह है कि नदियों द्वारा लाये गये अवसाद—बालू तथा पट्ट—उसके दोनों

तटों पर एकत्र होते रहते हैं। नदी के जल-प्रवाह के नीचे उसकी विपरीत दिशा में सागर जल प्रवाहित होता है, जिससे वहा पर निक्षेप नहीं हो पाता। इस प्रकार ये जल दरियां अस्तित्व में आईं।

(३) प्रवाली श्रृंखलाये

(Coral Reefs)

हिन्दमहासागर के अनेक भाग प्रवाली-विकास के लिए अत्यन्त अनुकूल हैं—जैसे लकादीव, मालदीव एवं चागोज द्वीपसमूह में प्रवाली श्रृंखलाओं का विशेषरूप से विकास हुआ है। इन द्वीपों की प्रवालियाये (Atolls) जगत विख्यात हैं।

अन्य भागों में भी जैसे दक्षिणी भारत और लङ्का के तट पर, दक्षिणी बरमा (विशेषकर मरगई जलडमरूमध्य) के तट पर तथा सोक्रोटो, जावा मलाया द्वीप-समूह से लेकर आस्ट्रेलिया तक विस्तृत अनुतट-प्रवाली (Fringing reef) पाई जाती है। लाल-सागर के तट पर भी प्रवाली श्रृंखलाये हैं। पूर्व में अरबमान निकोबार द्वीप-समूह और पश्चिम में जम्बीबार, पैम्बा, मारिशस, रियूनियन, मैडागास्कर आदि द्वीपों में प्रवाली श्रृंखलाये पाई जाती हैं। अनेक एकाकी प्रवाली रचनाये भी पाई गई हैं। इस प्रकार हम देखते हैं कि प्रवाली श्रृंखलाये समस्त हिन्द महासागर के उष्ण भाग में बिखरी हुई हैं। बङ्गाल की खाड़ी और अफ्रीका का पूर्वी तट इसके अपवाद हैं। इन क्षेत्रों में प्रवाली श्रृंखलाये न्यून हैं। बङ्गाल की खाड़ी में सम्भवतः बड़ी २ नदियों (जैसे गङ्गा ब्रह्मपुत्र आदि) द्वारा लाई गई रेत और पक्क प्रवाली-विकास में बाधक होती हैं। अफ्रीका के पूर्वी तट पर व्यापारिक वायु (Trade winds) के कारण नीचे का शीतल जल ऊपर उठ आता है और निम्न तापक्रम में प्रवाली विकास संभव नहीं है।

२ प्रातिनूतन हिमयुग (Pleistocene ice - age) में जलपृष्ठ के परिवर्तन

प्रातिनूतन हिमयुग में हिन्दमहासागर का जलपृष्ठ दो कारणों से बहुत नीचा हो गया था:— (१) प्रथम तो वृत्तीय क्षेत्रों में बहुत मा जल जमकर हिम बन गया (२) दूसरे इस प्रकार अस्तित्व में आय हुये महान हिमखण्डों ने हिन्दमहासागर के उष्ण प्रदेशों (Tropical Regions) के जल को अपनी ओर आकृष्ट किया, जिससे वहा के जल की मात्रा और भी घट गई। फलतः

डैली के अनुसार हिन्दमहासागर के उष्णप्रदेशीय भाग का सागर-समतल ६०-७० मीटर नीचा हो गया। शैपहर्ड के अनुसार तो यह संख्या लगभग ६१५ मीटर है।

३. नितल के निक्षेप (Bottom deposits)

हिन्दमहासागर के नितल में जो शिलाएँ विद्यमान हैं, उनके विषय में हमारी जानकारी अपूर्ण एवं नगण्य है। इन शिलाओं पर जो पक और निश्चयाव दीर्घ काल से एकत्र होते रहे हैं, उनका ही थोड़ा-बहुत अध्ययन संभव है। ये निक्षेप अनेक उद्गमों से उपलब्ध हुए हैं:—

- (१) जल द्वारा परिवाहित अवसाद एवं पक—स्थल के अपक्षरण द्वारा प्राप्त पदार्थ सागर में मुख्यतः नदियों द्वारा पहुँचता है।
- (२) तटों से महासागरीय अपक्षरण द्वारा प्राप्त पदार्थ।
- (३) वायु द्वारा लाये गये रज-कण आदि।
- (४) महासागरीय जीवों और पादपों के अवशेष।
- (५) भूमण्डल से बाहर के पदार्थ जैसे ब्रह्माण्ड-कण (Cosmos particles)।

हिन्दमहासागर के महाद्वीपीय निधाय (Continental shelf) का अधिकतर भाग भू-जात पङ्क द्वारा निर्मित है। हम जितने ही गहराई की ओर बढ़ते हैं, जलालावी (विशेष कर चूर्णित कर्पर वाले) जीवों के अवशेष की मात्रा उतनी ही अधिक बढ़ती जाती है। अन्य शब्दों में वहाँ खटीगोल (Globigerina) तथा पक्षपाद (Pteropod) निश्चयाव का बाहुल्य है। और अधिक गहराई में अरसूत्रपाद निश्चयाव (Radiolarian Ooze) मिलता है। दक्षिणी ध्रुवीय प्रदेश में युत्ताप्य निश्चयाव (Diatom Ooze) प्रमुख है। अन्त में लालमृत्तिका (Red clay) मिलती है जो या तो वायु द्वारा सागर को समर्पित की गई है अथवा जलमण्डल में जन्म है।

(१) भूजात पक (Terrigenous mud)

बङ्गाल की खाड़ी में नदियों द्वारा लाये गये पङ्क और अवसाद के सतत निक्षेप द्वारा महाद्वीपीय-निधाय क्रमशः सागर की दिशा में आगे बढ़ता जा रहा है। यह आगमन किया गया है कि वह प्रति चालीसवें वर्ष एक मील दक्षिण की ओर बढ़ जाता है। खाड़ी के मुहाने पर भूजात पङ्क का स्थान खटीगोल निश्चयाव ने ले लिया है।

अरब सागर में जहा दजला और फरात नदिया मिलती हैं और भार तीय तट पर जहा नरबदा और सिन्ध गिरती हैं , हरे वर्ण का पङ्क पाया जाता है ।

(२) पक्षपाद निश्चयाव (Pteropod Ooze)

लालसागर के उत्तर और दक्षिण के निक्षेपो मे अतर है। उत्तरी. भाग मे पीले पङ्क का निक्षेप है किंतु दक्षिण मे वभ्रु वर्ण का निक्षेप है । इस दक्षिणी भाग मे अदन की खाडी से आने वाली धारा मे अगणित पक्षपाद बह आते हैं और यहा पर जल की प्रकृति मे अकस्मात् अन्तर हो जाने से मारे जाते हैं । इस प्रकार पक्षपाद-निश्चाव की सृष्टि होती है । यह निश्चयाव अडमान सागर और गड्ढा के डेल्टा मे स्वाच ऑफ नो ग्राउण्ड (Swatch of no ground) के निकट भी पाया जाता है ।

(३) अजीविक क्षेत्र (Azotic Area)

दक्षिणी अरब के तट के पूर्वी भाग मे तथा ओमान की खाड़ी मे सागर-नितल का बहुत सा भाग जीवों के लिए प्राणघातक है । इस क्षेत्र मे २०० मीटर की गहराई तक 'अजीविक क्षेत्र' विद्यमान है । रास अल हद्द (Ras al Hadd) के निकट तो इसकी चर्म-सीमा है । यहा के नितल के पङ्क में हाइड्रोजन सल्फाइड (Hydrogen Sulphide) की मात्रा इतनी अधिक है कि जीवन कदापि संभव नहीं है । इस गैस के उद्गम का निश्चयात्मक निर्णय अभी तक नहीं हो सका है । मालदीव की प्रवाल्याओं मे तथा अदन और बम्बई के निकट भी गैस अल्प मात्रा मे पाई जाती है ।

(४) खटीगोल निश्चयाव (Globigerina Ooze)

हिन्द महासागर मे सामान्यतः भूजात पङ्क का तथा प्रवाली श्रवलाओं के निकट प्रवाल पङ्क का स्थान, अधिक गहराई मे खटीगोल निश्चयाव ले लेता है ।

(५) लाल मृत्तिका (Red clay)

हिन्दमहासागर के अगाव भागा मे विशयकर कार्ल्सबर्ग रिज के उत्तर-पूर्व मे, अरब-द्रोणी (Arabian Basin) मे भारत-आस्ट्रेलिया द्रोणी मे, मध्य हिन्द-महासागरीय कूट (Central Indian Ridge) और मलय-चाप (Malaya arc) के बीच मे ओर दक्षिणी आस्ट्रेलियन द्रोणी मे लाल

मृत्तिका विद्यमान है। मैडागास्कर द्रोणी में भी यह निक्षेप पाया जाता है।

(६) अरसूत्र निश्चयाव
(Radiolarian Ooze)

हिन्दमहासागर में अरसूत्र निश्चयाव की मात्रा बहुत ही कम है। इस निक्षेप के कुछ अंश भारत-क्रान्ति लियन द्रोणी में, दक्षिणी सोमाली द्रोणी में तथा मास्कैरीन द्रोणी (Mascarene Basin) में पाये गये हैं।

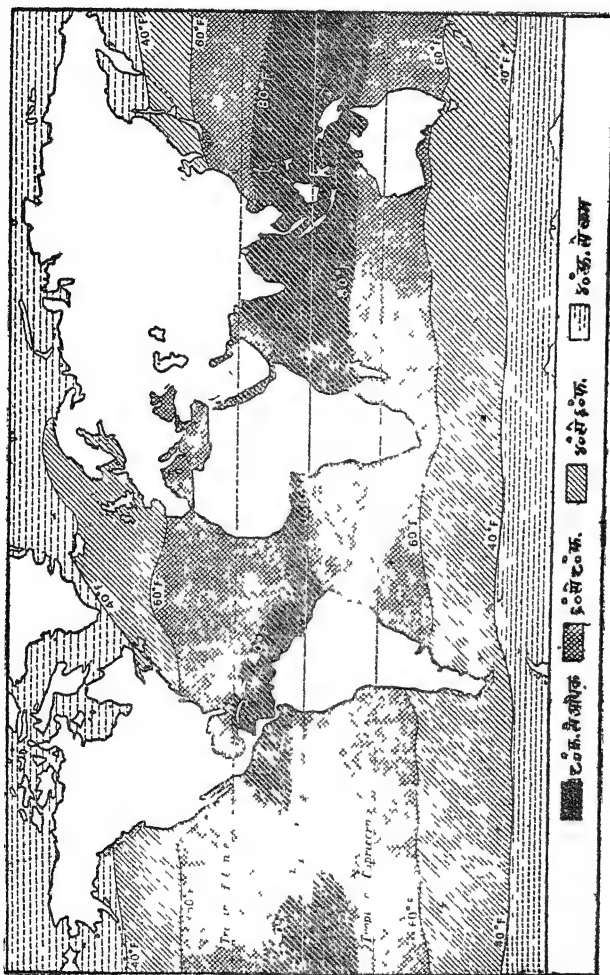
(७) युक्तप्य निश्चयाव
(Diatom Ooze)

हिन्द महासागर के दक्षिणी भाग में—लगभग ४५° दक्षिण से ५०° दक्षिण तक—नितल-निक्षेप युक्तप्य निश्चयाव द्वारा रचित है। यह निक्षेप ध्रुवीय क्षेत्रों में विशेष रूप से पाया जाता है।

सप्तम परिच्छेद महासागरों का तापक्रम.

१—सागर-पृष्ठ का तापक्रम

भूमध्य रेखा के निकट सागर पृष्ठ के जल का तापक्रम लगभग ८०° फ०



चित्र १६—महासागरों के पृष्ठ का तापक्रम-वितरण

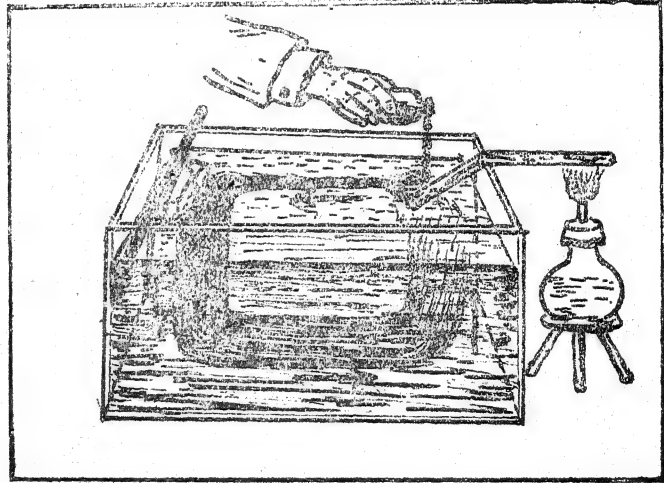
है। ध्रुवों की ओर तापक्रम क्षीण होता जाता है। ध्रुवीय प्रदेशों का तापक्रम केवल 25° फ. है। उत्तर और दक्षिण की दिशा में तापक्रम का क्षीण होना क्रमिक नहीं है। प्रचलित वायु, धारायें तथा समुद्रान्तर कूट सागर के तापक्रम को प्रभावित करते हैं।

२—तापक्रम का सम्बन्ध वितरण

इस विषय में केवल दो तथ्यों का उल्लेख मात्र ही पर्याप्त होगा —

(१) सागर में नितल-जल की अपेक्षा पृष्ठ-जल का तापक्रम सदैव अधिक रहता है। निम्नलिखित प्रयोग इस कथन की पुष्टि करता है :—

प्रयोग—जैसा कि चित्र १७ में प्रदर्शित किया गया है, जल के एक पात्र में एक ओर तन्तु-जाली (Wire-gauge) द्वारा कुछ बर्फ ल का दीजिये और दूसरी ओर एक धातु की शलाका को इस प्रकार युक्त कीजिये कि उसका



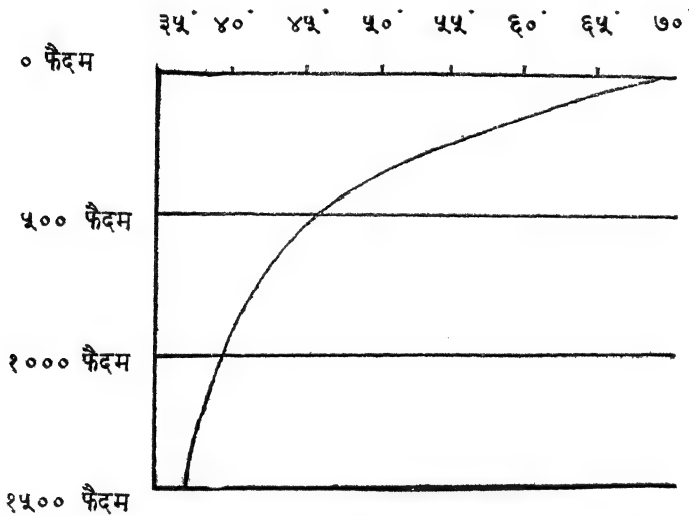
चित्र १७—तापक्रम और धाराओं का पारस्परिक सम्बन्ध

एक सिरा जल-पृष्ठ का स्पर्श करे और दूसरे सिरे को ताप पहुँचाया जा सके। ताप मिलते ही जल चित्र में अंकित तीर की दिशाओं में प्रवाहित होगा। शलाका के निकट का जल उष्ण होने से हल्का होकर ऊपर उठता है; दूसरी ओर बर्फ वाले सिरे में जल शीतल होने से सिकुड़ता है जिससे वहाँ का पृष्ठ-जल नीचे दब जाता है। क्योंकि जल सदैव

ऊँचे समतल से नीचे समतल की ओर प्रवाहित होता है, अतएव पात्र में शलाका की ओर से बर्फ की ओर पृष्ठ-प्रवाह होता है। दूसरी ओर नितल जल विपरीत दिशा में प्रवाहित होता है, जैसा कि चित्र १७ से प्रकट है।

यहां पर जल-पात्र का उष्ण भाग भूमध्य रेखा का द्योतक है, जहां सूर्य की प्रखर और सीधी किरणों के कारण तापक्रम अधिक रहता है और शीतल भाग ध्रुवों का द्योतक है जहां सर्वदा हिमावरण रहने के कारण तापक्रम कम रहता है।

(२) पृष्ठ से थोड़ी गहराई अर्थात् कुछ सैकड़ों फुट तक तापक्रम बड़े वेग से क्षीण होता है, फिर वह धीरे धीरे घटने लगता है और लगभग ६००० फुट के नीचे तो तापक्रम प्रायः स्थिर ही रहता है।



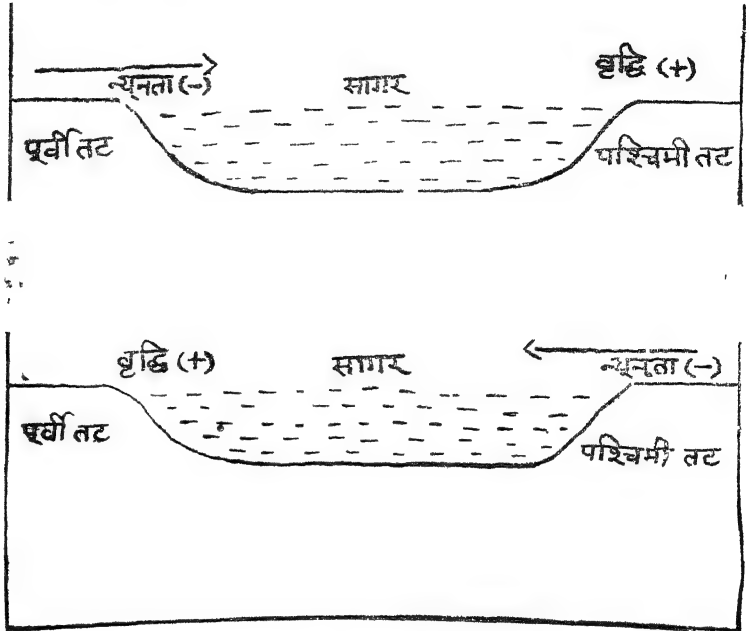
चित्र १८—महासागरों में तापक्रम का लम्बवत वितरण

३—वायु का प्रभाव

प्रबल प्रचलित वायु पृष्ठ-जल के उष्ण-स्तर को अपने साथ आगे बहा ले जाती है, जिसके फलस्वरूप नीचे का शीतल जल ऊपर उठ आता है। अतएव जब प्रबल वायु स्थल से जल की ओर चलती है तो किनारे का जल शीतल रहता है। उदाहरणार्थ अन्ध महासागर में ५०° उ० अक्षांश के निकट

योरप के तट पर तापक्रम अधिक रहता है और अमेरिका के तट पर अपेक्षाकृत कम। इसका कारण दक्षिण-पश्चिम से चलने वाली वायु है, जो पृष्ठ-जल के उष्ण-स्तर को अमेरिका के तट से योरप की ओर बहा ले जाती है जिसके फलस्वरूप वहा पर शीतल जल ऊपर उठ आता है।

इसके विपरीत यदि वायु की दिशा जल से स्थल की ओर हो तो तट पर उष्ण जल एकत्र होता है।



चित्र १६—तापक्रम के वितरण पर वायु का प्रभाव

(इस चित्र से यह स्पष्ट होगा कि वायु जिस तट से चलती है, उसका तापक्रम घट जाता है और जिस तट की ओर प्रवाहित होती है, उसका तापक्रम बढ़ जाता है)

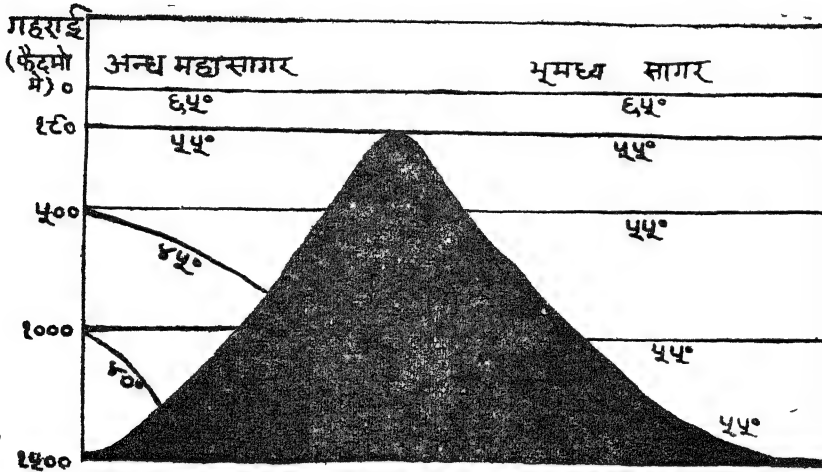
४. धाराओं का प्रभाव

सागर जल का तापक्रम कुछ अंशों में उसमें प्रवाहित होने वाली धाराओं की प्रकृति पर भी निर्भर है। भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर प्रवाहित होने वाली धाराएँ अपने साथ उष्ण प्रभाव ले जाती हैं जैसे उत्तरी अधमहा-सागर का प्रवाह (North Atlantic Drift), ब्रिटिश सागर के तापक्रम

को बढ़ाता है। इसके विपरीत शीतल धाराये अपने साथ शीतल प्रभाव ले चलती हैं; जैसे लेब्रडोर की धारा, कनाडा के पूर्वी तट का तापक्रम घटा देती है।

५ समुद्रान्तर कूटों (Submarine ridges) का प्रभाव

जिब्राल्टर के निकट भूमध्य-सागर के पृष्ठ जल का तापक्रम 65° फ० हैं, जो निकटवर्ती अरबमहासागर के पृष्ठ जल के तापक्रम के लगभग ही है। प्रायः १६० फीट (११४० फुट) की गहराई तक दोनों सागरों में तापक्रम समान रूप से क्षीण होता है जैसा कि चित्र २० द्वारा प्रगट है। किन्तु इसके



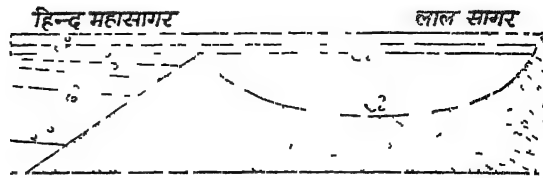
चित्र २०—तापक्रम के वितरण पर जलमग्न कूट का प्रभाव

नीचे भूमध्य सागर का तापक्रम 45° फ० पर स्थिर रहता है, जब कि अरब महासागर का तापक्रम क्रमशः घटता जाता है।

तापक्रम के उपर्युक्त वैचित्र्य का कारण यह है कि दोनों सागरों के मध्य में एक समुद्रान्तर कूट विद्यमान है। साधारणतः जल कम लवणतावाले अरबमहासागर से अधिक लवणतावाले भूमध्य सागर की ओर प्रवाहित होता है किन्तु इस कूट के कारण जल का यह आदान प्रदान केवल ११४० फुट की गहराई तक ही सम्भव है इसके नीचे नहीं। अतएव अरबमहासागर के नीचे का शीतल जल भूमध्यसागर में नहीं आ पाता और भूमध्य सागर के

नितल का तापक्रम वही है, जो उसमें बाहर से अर्थात् अन्धमहासागर आनेवाले सबसे अधिक शीतल जल का तापक्रम है।

इस प्रकार की दशा लाल सागर की भी है—



चित्र २१—तापक्रम के वितरण पर जलमग्न कूट का प्रभाव

अष्टम् परिच्छेद

सागर की लवणता

१. लवणता क्या है ?

सागरजल में नमक अथवा लवण घोल के रूप में सदैव विद्यमान रहता है। १००० ग्राम सागरजल में जितने ग्राम लवण रहता है, उसी संख्या को हम उस जल की लवणता कहते हैं। मान लीजिये १००० ग्राम सागरजल में ३५ ग्राम लवण घुला हुआ है; ऐसी दशा में उस जल की लवणता ३५ होगी, जो इस प्रकार प्रकट की जाती है :—३५ प्रति सहस्र।

२. लवणता सम्बन्धी विभिन्नता

लवणता स्थिर नहीं है। न केवल एक सागर की लवणता दूसरे सागर से भिन्न है, प्रत्युत एक ही सागर के विभिन्न भागों की लवणता में अन्तर पाये जाते हैं। भूमध्यसागर की लवणता ३८ है और उत्तरी सागर की लवणता केवल ३४ है। कैस्पियन सागर के उत्तर में अन्य भागों की अपेक्षा लवणता बहुत कम है।

३. सागरजल की संरचना

सागर की लवणता मुख्यतः सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride) के कारण है, यद्यपि उसमें अन्य लवण भी विद्यमान हैं। साध्यतः १००० ग्राम सागर जल में ३५ ग्राम लवण रहते हैं, जिनमें प्रमुख ये हैं : -

सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride)	२७.२ ग्राम
मैग्नेशियम क्लोराइड (Magnesium Chloride)	३.८ ग्राम
मैग्नेशियम सल्फेट (Magnesium Sulphate)	१.६६ ग्राम
कैल्शियम सल्फेट (Calcium Sulphate)	१.२६ ग्राम

सागर की लवणता कुछ भी क्यों न हो, लवणा का उपयुक्त अनुपात स्थिर है।

४. सागर में लवण की उत्पत्ति

नदियों के जल में लवण घोल के रूप में विद्यमान रहता है, जिसे वे सागर को अपने ही साथ समर्पित कर देती हैं। वाष्पीकरण की क्रिया सागर से जल का तो अपहरण करती है किन्तु लवण की मात्रा में उसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता और वह स्थिर रहता है। फलस्वरूप सागर की लवणता शनैः शनैः बढ़ती जाती है। यदि हम सागर की लवणता का मुख्य कारण नदियों को मानें, तब तो सागर-जल की संरचना नदी-जल के समान होनी चाहिये। किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं है। सागर जल में अन्य लवणों की अपेक्षा सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride) का अनुपात कहीं अधिक है। इसके विपरीत नदियों में कैल्शियम क्लोराइड (Calcium Carbonate) का बाहुल्य है। इस वैचित्र्य का स्पष्टीकरण इस प्रकार किया जा सकता है कि प्रवाही पुर्वद्वक (Coral Polyp) एवं अन्य जल-जन्तु सागर में नदियों द्वारा लाये गये कैल्शियम क्लोराइड का उपभोग कर डालते हैं। किन्तु सागर और नदियों के जल की संरचना में अनेक अन्य विभेदन हैं—जैसे नदी-जल में सल्फेट क्लोराइड की अपेक्षा अधिक होता है और सागर जल में क्लोराइड का अनुपात सल्फेट से अधिक होता है—जिनका स्पष्टीकरण इस प्रकार नहीं किया जा सकता। अतएव या तो सागर के लवण सर्वांश में नदियों द्वारा उपलब्ध नहीं है या सागरजल की संरचना में परिवर्तन होते रहते हैं।

५. लवणता निर्धारक प्रति कारक

लवणता दो प्रतिकारकों पर निर्भर है:—

(१) अलवण जल की प्राप्ति (Supply of fresh water) अलवण जल जितनी अधिक मात्रा में प्राप्त होगा, लवणता उतनी ही कम होगी।

(२) वाष्पीकरण की मात्रा (Degree of evaporation) वाष्पीकरण जितना ही अधिक होगा, लवणता उतनी ही अधिक होगी।

इसके अतिरिक्त लवणता में सागर की गहराई के साथ भी विभेदन होते हैं किन्तु यहां पर हमारा प्रयोजन केवल पृष्ठ जल से है।

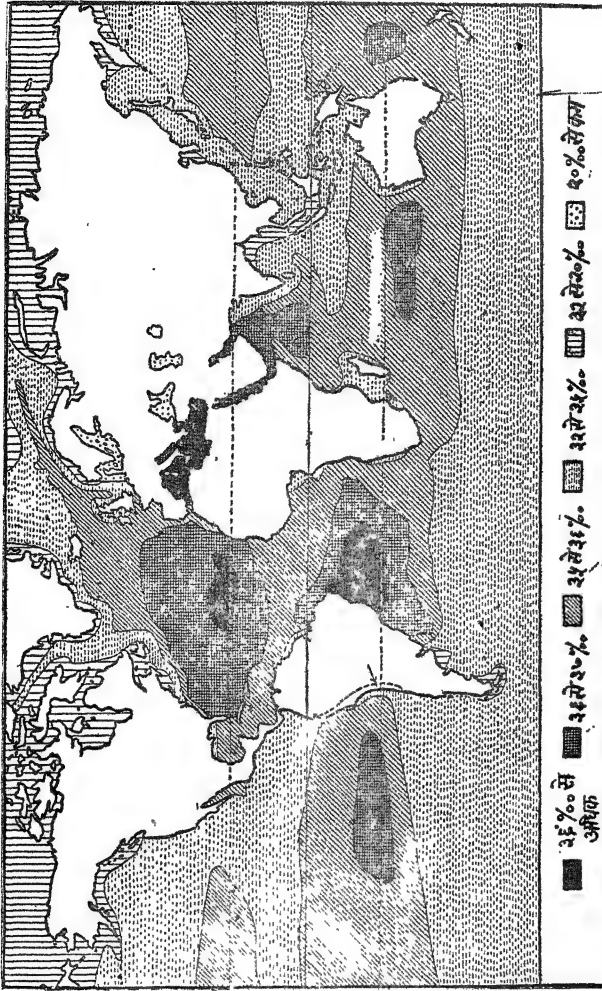
६. लवणता का वितरण

(क) विवृत सागर (Open Oceans)

उत्तर पश्चिम पक्ष के समीप लवणता अधिक है, किन्तु ध्रुवों और

सागर की लवणता

विषुवत-रेखा की ओर वह घटती जाती है। कर्क और मकर रेखाओं के



चित्र २२—लवणता का वितरण

निकट लवणता ३६ प्रतिशत है जबकि ध्रुवों और विषुवत रेखा के क्षेत्र में वह केवल ३४ प्रतिशत है।

कर्क और मकर-रेखाओं के समीप लवणता के आधिक्य के कारण :—

(१) वाष्पीकरण का आधिक्य—निर्भल आकाश और प्रखर सूर्य की किरणों वाष्पीकरण के वेग को बढ़ाती हैं।

(२) अधिक वर्षा का अभाव; इसके अतिरिक्त बड़ी बड़ी नदियाँ इन सागरों में नहीं मिलती। अन्य शब्दों में अलवण जल की अधिक प्राप्ति नहीं होती।

विपुवत-रेखा के निकट लवणता की न्यूनता के कारण :—

(१) वर्ष भर अनवरत जल-वृष्टि अपरिमित अलवण जल प्रदान करती है।

(२) वर्ष के अधिकतर भाग में आकाश में बदली छाया रहने के कारण वाष्पीकरण का वेग घट जाता है।

ध्रुवीय क्षेत्रों में लवणता की न्यूनता के कारण :—

(१) वर्ष भर पिघलने से अतुलित अलवण जल की प्राप्ति होती है।

(२) तापमान निम्न रहने से वाष्पीकरण कम होता है।

(ख) आंशिक समावृत सागर

(Partially enclosed seas)

विवृत सागरों की अपेक्षा आंशिक समावृत सागरों में लवणता का विभेदन अधिक मात्रा में पाया जाता है।—

लवणता

१. लाल सागर	३७ से	४१ तक
२. फारस की खाड़ी	३७ से	३८ तक
३. भूमध्य सागर	३७ से	३६ तक
४. बाल्टिक सागर (उत्तर में)	३ से	(दक्षिण में) १५ तक
५. उत्तरी सागर	३१ से	३५ तक

लालसागर, फारस की खाड़ी और भूमध्य सागर में लवणता अधिक होने के कारण ये हैं :—

(१) ये अधिक तापक्रम वाले कटिबन्ध में स्थित हैं, जहाँ ग्रीष्म ऋतु में सूर्य की प्रखर किरणों के कारण वाष्पीकरण बड़े वेग से होता है।

(२) कुछ थोड़ी ही छोटी नदियाँ इन्हें अपना अलवण जल प्रदान करती हैं।

इसके विपरीत बाल्टिक और उत्तरी सागर में निम्नलिखित कारणों से लवणता अपेक्षाकृत कम है :—

(१) ये अपेक्षाकृत शीतल कटिबन्ध में स्थित हैं जहाँ तापक्रम कम होने से वाष्पीकरण अधिक वेग से नहीं होता।

(२) बड़ी-बड़ी नदियां इन सागरों को अपरिमित अलवण जल प्रदान करती हैं।

(ग) पूर्ण समावृत सागर (Enclosed Seas) और झीलें (Lakes)

ऐसे समावृत सागरों और झीलों की लवणता कम है, जिनमें कुछ नदियां मिलती हैं और जिनसे कुछ नदियां निकलती भी हैं। किन्तु ऐसे सागरों की लवणता अधिक है, जिनसे कोई नदी नहीं निकलती, क्योंकि वाष्पीकरण की क्रिया नदियों द्वारा लाये गये जल और लवण से जल का तो हरण कर लेती है, किन्तु लवण पर उसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता जिससे उगकी मात्रा में क्रमशः वृद्धि होती रहती है। मृतक सागर (Dead Sea) जिसकी लवणता २३७.५ प्रति सहस्र है, सारा में सबसे अधिक लवणमय (खाग) सागर है।

७—समलवण रेखाएँ (Iso-halines)

ऐसी कल्पित रेखाओं को, जो सागर में समान लवणता वाले स्थानों को जोड़ती हैं, समलवण रेखाएँ कहते हैं।

नवम् परिच्छेद

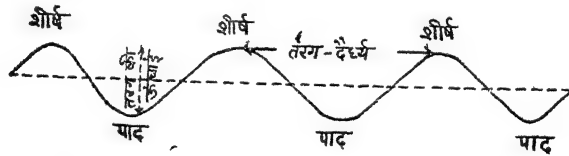
तरंगे

१—परिभाषा

वायु द्वारा सागर-पृष्ठ के जल के ऊपर उठने और नीचे गिरने की क्रिया का ही नाम 'तरंग' है। तरंग में जल आगे नहीं बढ़ता। वह केवल ऊपर उठता और नीचे गिरता है। इसकी तुलना हम उस रस्सी से कर सकते हैं, जिसके एक सिरे पर झटका दिया गया हो। ऐसी दशा में तरङ्ग रस्सी के एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर चलती है, यद्यपि रस्सी की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं होता; वह जहाँ थी, वहीं रहती है।

२—सम्बन्धित शब्दावली

तरंग के सर्वोच्च भाग को तरंग-शीर्ष (Crest) और सबसे नीचे भाग को तरंग-पाद (Trough) कहते हैं। दो उत्तरोत्तर तरंग-शीर्षों अथवा तरंग-पादों के क्षैतिजान्तर को तरंग-दैर्घ्य (Wave Length) कहते हैं। तरंग-पाद के ऊपर तरंग-शीर्ष के उच्चत्व को दोलन-विस्तार (Amplitude) कम्प-विस्तार अथवा तरंग का उच्चत्व कहते हैं।



चित्र ३१—तरंगों से सम्बन्धित पारिभाषिक शब्द

महासागर में उठनेवाली बड़ी तरंगों का 'तरंग-दैर्घ्य' प्रायः ३०० से ६०० फुट तक होता है और उनका दोलन-विस्तार प्रायः २० से ४० फुट तक होता है।

३—तरंग में जलकणों की गति

गहरे जल में पृष्ठ के कणों की गति प्रायः वृत्ताकार होती है। जैसा कि चित्र ३२ में प्रदर्शित किया गया है जलकणों की गति शीर्ष में आगे की ओर



चित्र ३२—तरंग में जलकणों की गति

पाद में पीछे की ओर, अगले ढाल के मध्य में ऊपर की ओर और पिछले ढाल के मध्य में नीचे की ओर होती है।

४—तरंगों का वेग

निम्नलिखित सूत्र तरंगों का वेग निर्धारित करते हैं:—

$v \propto \lambda$ ग का वर्गमूल यदि λ कम है $d/2$ से
 $v \propto d$ का वर्गमूल यदि λ अधिक है $d/2$ से
 जहाँ पर $v =$ तरंग का वेग

$d =$ तरंग-दैर्घ्य

$\lambda =$ जल की गहराई

५—तरंगों का महत्व

(१) जल की तरंगों का भौगोलिक महत्व उनकी तट के काटने की क्रिया में निहित है, जो केवल दो सौ फुट की गहराई तक ही सीमित है।

(२) तरंग द्वारा सागर-जल जत्र ऊपर उठता है तब वह अपने अन्दर वायु को सोख लेता है। सागर जल में इस प्रकार घुली हुई वायु पर अनेकानेक जीव-जन्तुओं का जीवन निर्भर है।

६—तरंगों का भौगोलिक कार्य

जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया है, तरंगों का कार्य-क्षेत्र बहुत कम गहराई तक ही सीमित है, तो भी प्रभावित होने वाले क्षेत्र का विस्तार बहुत है, क्योंकि समस्त स्थल-खंडों की तट-रेखाओं की लम्बाई का योग लाखों मील है।

तरंगों के भौगोलिक कार्य को दो भागों में बाटा जा सकता है।—

(१) अपक्षरण का कार्य

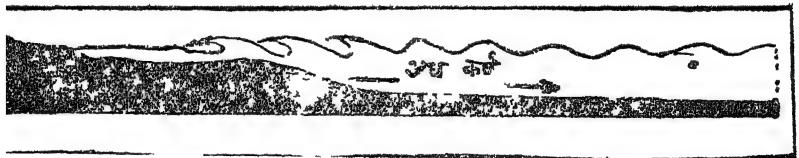
(२) निक्षेपण का कार्य

(१) अपक्षरण का कार्य

महासागरीय अपक्षरण का अधिकांश कार्य तरंगों द्वारा सम्पन्न होता है। जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, तरंगों में जलकण ऊपर उठते

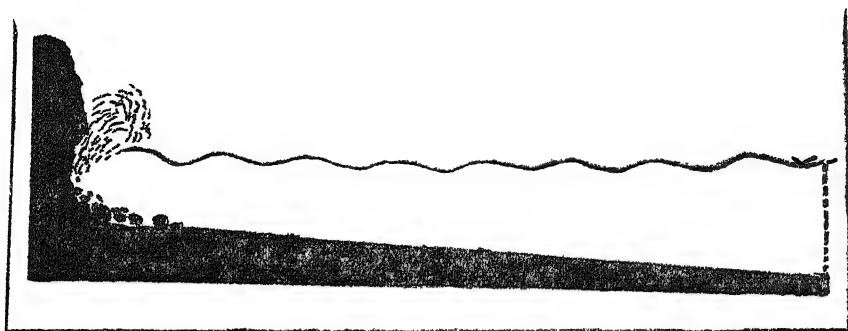
और नीचे जाते हैं। छोटी तरङ्गों में यह गति पृष्ठ-जल तक ही सीमित रहती है, किन्तु बड़ी तरङ्गों में काफी गहराई पर स्थित नितल-जल का मन्थन होता है। इस क्रिया से उथले सागर-नितल के उभारों का पदार्थ हट जाता है और धाराओं द्वारा वह निचले भागों में एकत्र होता रहता है। इस प्रकार नितल के ऊँचे भाग नीचे होते रहते हैं और निचले भाग ऊँचे होते रहते हैं, अन्य शब्दों में तट के निकट तरङ्गों और धाराओं द्वारा सागर-नितल का समतलन (Levelling) होता रहता है।

विवृत सागर की तरङ्गों में जलकणों की अग्रगति नगण्य होती है। जल की आकृति में परिवर्तन अवश्य होता है, किन्तु अग्रगति नहीं होती। पूर्व में तरङ्ग की तुलना उस रज्जु के की जा चुकी है, जिसके एक सिरे पर झटका दिया गया हो। यह तुलना बड़ी उपयुक्त है। तथापि जब तरङ्ग उथले सागर में प्रवेश करती है, उसी समय उसकी आकृति और गति दोनों में अन्तर होता है। तरङ्ग की आकृति क्षैतिज दिशा में सकुचित होती है, किन्तु उसकी ऊँचाई बढ़ जाती है। ऊपरी भाग आगे की ओर झुक जाता है और निचला भाग कुछ पीछे खिसक आता है। परिणाम यह होता है कि जब लहर टूटती है, तब वह आगे की ओर काफी पानी फेंकती है। टूटती हुई लहरों द्वारा फेंका गया यह पानी तट पर आगे बढ़ता है। उसका वेग क्रमशः क्षीण होता जाता है और अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब शुद्धवाकर्षण के कारण उसे आगे बढ़ने वाली लहरों के नीचे, पीछे की ओर लौटना पड़ता है। लौटते हुए इस जल को अधोकर्ष (Undertow) कहते हैं। इसमें अपव्यर्थ करने की पर्याप्त शक्ति होती है।



चित्र ३३—तरंग की क्रिया

(इस चित्र से यह स्पष्ट होगा कि उथले सागर में तरंग तट से कुछ दूरी पर टूट जाती है)



चित्र ३४—तरंग की क्रिया

(इस चित्र से यह स्पष्ट होगा कि गहरे सागर में तरंग तट पर जाकर ही टूटती है)

तरङ्गों द्वारा अपक्षरण दो प्रकार से होता है—एक तो जब लहर टूटती है, उस समय जल की अग्रगति द्वारा और दूसरे रेत के कणों और शिलाखण्डों द्वारा जो उसके औजार का कार्य करते हैं। दोनों ही दशाओं में मुख्य कार्य उसी स्थान पर होता है, जहाँ लहर टूटती है। खुले हुए तटों पर जहाँ पानी की गहराई काफी होती है, बड़ी बड़ी लहरें भी उस समय तक नहीं टूटतीं जब तक वे तट-रेखा का स्पर्श नहीं करती। इन विशाल तरङ्गों में जल के भार का भी प्रभाव पड़ता है। प्रति वर्ग फुट पर एक टन का भार होना साधारण सी बात है। शिलाओं के बड़े-बड़े खण्डों को मूल-शिला (Parent Rock) से विद्युक्त करने में ये थपेड़े समर्थ होते हैं। अधोकर्ष (Undertow) इन शिला-खण्डों को गहरे जल में बहा ले जाता है और फिर तट की ओर बढ़ने वाली लहरों द्वारा ये तट की ओर प्रवाहित होते हैं। इस प्रकार लहरों के अपक्षरण की क्रिया निरन्तर चला करती है।

तरङ्गों के अपक्षरण के कुछ प्रमुख प्रभाव निम्नांकित हैं :—

- (१) तट रेखाओं का सीधा होना
- (२) तट पर नितल का समतलन
- (३) स्थल का क्षेत्रफल घटना
- (४) तटीय पक्षों का पीछे की ओर कटना

(५) तट पर अनेक विशिष्ट रूपों का निर्माण जैसे महासागरीय फलकियाँ (Marine Benches) सागर-उच्छृंग (Sea Cliff) आदि

(२) निक्षेपण का कार्य

तरङ्गों और धाराये तरङ्ग द्वारा अवक्षरित पदार्थों को तथा नदियों द्वारा निक्षेपित अवसाद को बहा ले जाती है, किन्तु अन्त में कहीं न कहीं उसे एकत्र अवश्य करती हैं। जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, इनकी प्रधान प्रवृत्ति 'समतलन' करने की होती है अर्थात् ये पदार्थों नितल के निचले भागों में एकत्र होते हैं। तरङ्ग का कार्य-क्षेत्र अत्यन्त सीमित है; उसका विस्तार अधिक गहराई में नहीं है, अतएव समस्त अवसाद, जो अधिकतर स्थल-जन्य होता है, तट के निकट ही रहता है। ज्यों-ज्यों तट से दूरी बढ़ती जाती है, त्यों-त्यों अवसाद के कणों का आकार भी घटता जाता है। अन्य शब्दों में अवसाद का मोटा भाग गहराई की ओर रहता है। यह कथन निक्षेप के निम्नांकित क्रम से स्पष्ट हो जायगा—

बड़े बड़े गण्डाश्म (Large boulders)

अष्टीला (Pebbles)

ककर (Gravel)

वालू (Sand)

पक (Mud)

चूना (Lime)

दशम् परिच्छेद

धारायें

१—परिभाषा

महासागर के एक भाग से दूसरे भाग को जाने वाले जल के प्रवाह को धारा' कहते हैं। धारा का अनुमान इस प्रकार किया जा सकता है कि सागर पृष्ठ का कुछ जल एक चौड़ी नदी के रूप में आगे बढ़ता है। यह जल काफी प्रबल वेग से प्रवाहित होता है। उदाहरणस्वरूप गल्फ-स्ट्रीम नामक धारा का वेग आरम्भ में प्रति घण्टे तीन मील से पांच मील तक है। हमारी गङ्गा भी प्रायः इसी वेग से बहती है। तरंगों और धाराओं में यही अन्तर है कि तरंग में पानी केवल ऊपर उठता और नीचे गिरता है जबकि धारा में पानी आगे बढ़ता है।

२—धाराओं की प्रकृति

विषुवत रेखा से उत्तर-दक्षिण की ओर प्रवाहित होने वाली धाराएँ उष्ण हैं। इसके विपरीत ध्रुवों से विषुवत रेखा की ओर प्रवाहित होने वाली धाराएँ शीतल हैं।

३—धाराओं की उत्पत्ति के कारण

धाराओं की उत्पत्ति के तीन मुख्य कारण हैं :—

- (१) तापक्रम की विभिन्नता
- (२) लवणता की विभिन्नता
- (३) वायु का प्रभाव

(१) तापक्रम की विभिन्नता

विषुवतरेखा के निकट का जल सूर्य की सीधी एवं प्रखर किरणों द्वारा सदैव तपता रहता है, जिससे वह अन्य भागों के जल की अपेक्षा सदैव अधिक उष्ण रहता है। उष्ण होने के फलस्वरूप वह प्रस्तरित होता है और उत्तर-दक्षिण की ओर प्रवाहित होता है।

(२) लवणता की विभिन्नता

लवणता जितनी अधिक होगी, जल का उतना ही अधिक घनत्व होगा

और उतना ही अधिक वह भारी भी होगा। हल्का लवण जल सागरपृष्ठ पर तैरता रहता है जबकि अधिक घनत्व का लवण जल नीचे रहता है। जब भिन्न लवणता के दो सागर एक दूसरे से सम्बन्धित होते हैं, तब जल प्रवाह सदैव कम लवणता वाले सागर से अधिक लवणता वाले सागर की ओर होता है। भूमध्यसागर की लवणता अन्धमहासागर की अपेक्षा अधिक है अतएव पृष्ठजल सदैव अन्धमहासागर से भूमध्य सागर की दिशा में प्रवाहित होता है।

३—वायु का प्रभाव

प्रबल प्रचलित वायु सागरजल के पृष्ठ के स्तर को अपने साथ आगे बहा ले जाती है और इस प्रकार धाराये अस्तित्व में आ जाती हैं। इस विषय में अब मतभेद नहीं है कि वायु ही सागर में धाराओं का मुख्य कारण है। स सागर की प्रमुख धाराओं की उत्पत्ति का कारण व्यापारिक (Trade) और पछुवा (Westerlies) हवाये हैं। यदि वायु की दिशा में अद्भुत सम्बन्धी अथवा अन्य किसी कारण कोई अन्तर होते हैं तो उसी प्रकार के परिवर्तन धाराओं में हो जाते हैं। उदाहरणार्थ हिंदमहासागर में जाड़ों में जब मानसून हवाये उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम की ओर चलती है, तब धाराये भी इसी दिशा में बहने लगती हैं; गरमी में मानसून के साथ ही धाराओं की दिशा भी विपरीत हो जाती है।

४—धाराओं की दिशाओं में परिवर्तन

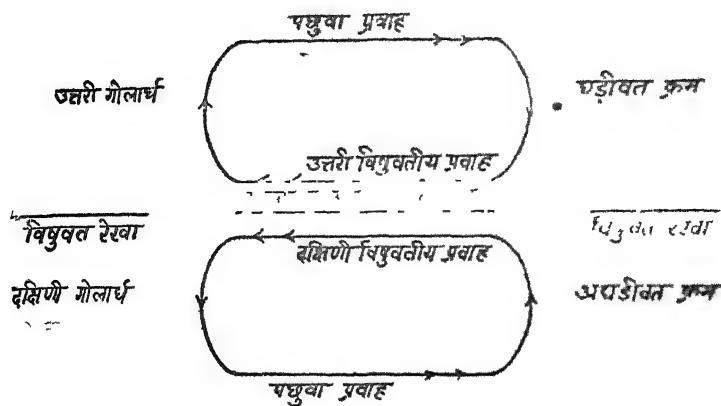
धाराओं की दिशाओं में परिवर्तन मुख्यतः दो कारणों से होते हैं :

(१) महाद्वीपों की आकृति—धाराओं की दिशा को प्रभावित करती है धाराये सीधे न बहकर तट के अनुरूप बहती हैं।

(२) फैरेल का सिद्धान्त—फैरेल के सिद्धान्त के अनुसार वायु की भांति धाराये भी उत्तरी गोलार्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं।

५—धाराओं का सामान्य क्रम

जैसा कि चित्र ३५ से स्पष्ट होगा, उत्तरी गोलार्ध में धाराओं का क्रम घड़ीवत है और दक्षिणी गोलार्ध में अघड़ीवत।



चित्र ३५—धाराओं की सामान्य दिशाएँ

६—महासागरो की प्रमुख धारायें

१) अन्य महासागर की धारायें

(क) उत्तरी अयमहासागर

उत्तरी विषुवतीय प्रवाह (North Equatorial Current)

इस प्रवाह का मुख्य कारण उत्तरी पूर्वी व्यापारिक वायु है। यह प्रवाह प्रायः विषुवत रेखा के समानान्तर ही पश्चिम की ओर बहता है। कैरिबियन सागर में पश्चिमी द्वीप-समूह इस प्रवाह को दो भागों में बांट देता है—(१) एक धारा उत्तर की ओर बहती है। यह उत्तरी अमेरिका के पूर्वी तट के अनुरूप प्रवाहित होती है। आगे चलकर इसे ही 'गल्फ-स्ट्रीम' की संज्ञा दी गई है। (२) दूसरी धारा दक्षिण की ओर प्रवाहित होकर मैक्सिको की खाड़ी में पहुँचती है।

गल्फ स्ट्रीम उत्तरी अटलांटिक का प्रवाह तथा कनारीज प्रवाह

गल्फ स्ट्रीम फ्लोरिडा और क्यूबा द्वीपों के मध्य में स्थित सर्कीर जल-डमरूमध्य से होकर उत्तरी अमेरिका के पूर्वी किनारे पर उत्तर की ओर बहती है। कैप हट्टेराम के निकट यह धारा पछुवा हवाओं के प्रभाव में आ जाती है, जो इसे उत्तर-पूर्व की ओर बहा ले जाती हैं। आगे चलकर यह दो भागों में विभाजित हो जाती है—(१) एक धारा नार्वे की ओर बहती है, जिसे हम उत्तरी अटलांटिक का प्रवाह कहते हैं, (२) दूसरी धारा जो कनारीज प्रवाह के नाम से विख्यात है, दक्षिण की ओर मुड़कर स्पेन, पुर्तगाल तथा उत्तरी अफ्रीका के तटानुसार बहती है। यह ठंडी धारा है।

आदि एकत्र हो जाती है। महासागर के इस भाग को 'सारगासो सागर' (Sargasso Sea) कहते हैं। यह नाम स्पेनवालों ने रखा था, क्योंकि सर्वप्रथम जब उन्होंने इसको देखा तो उनको अपने देश के कुश्रों में पैदा होने वाली एक घास की याद आई, जिसे वे 'सारगासो' कहते हैं।

लेब्रेडोर की धारा

उत्तरी ध्रुवसागर के शीतल जल की एक धारा ग्रीनलैण्ड द्वीप के पश्चिमी तटानुसार दक्षिण की ओर बह आती है। इसको लेब्रेडोर की धारा कहते हैं। इसकी उत्पत्ति का प्रमुख कारण लवणता की विभिन्नता है। अतुलित हिम के पिघलने के कारण उत्तरी ध्रुवसागर दक्षिण के अन्धमहासागर की अपेक्षा कम लवणमय है—अतएव यह धारा उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। न्यूफाउण्डलैंड के निकट यह धारा गल्फ-स्ट्रीम से मिलती है। इन दोनों धाराओं के मिलने से घना कुहरा उत्पन्न होता है। लेब्रेडोर धारा के साथ अनेक हिम-शिलाये (Ice-bergs) बह आती हैं। कुहरों के कारण वे दिखाई नहीं देती। इनसे जहाजों को बड़ी जोखिम रहती है। सन् १९१२ ई० में प्रसिद्ध ब्रिटिश जहाज टाइटैनिक ऐसी ही एक हिमशिला से टकराकर नष्ट हो गया।

(ख) दक्षिणी अन्ध महासागर

द० विषुवतीय प्रवाह, ब्राजील की धारा तथा बैंगुला की धारा

दक्षिणी विषुवतीय प्रवाह—दक्षिणी पश्चिमी व्यापारिक वायुही इसकी उत्पत्ति का मुख्य कारण है। पृथ्वी की परिभ्रमण गति के कारण यह प्रवाह पश्चिम की ओर प्रायः विषुवत रेखा के समानान्तर ही बहता है। द० अमेरिका के उ० पूर्वी तट पर स्थित केप सैण्ट रोक के निकट यह दो भागों में बंट जाता है—
(१) एक धारा उत्तर की ओर बहती हुई मैक्सिको की खाड़ी में प्रवेश करती है और आगे चलकर गल्फ-स्ट्रीम में विलीन हो जाती है। (२) दूसरी धारा द० अमेरिका के पूर्वी तट के अनुरूप दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। इसे **ब्राजील का धारा** कहते हैं। आगे चलकर यह धारा पछुवा हवाओं के प्रवाह में विलीन हो जाती है और पूर्व दिशा में बहने लगती है। इसका एक भाग, जिसे हम **बैंगुला की धारा** कहते हैं उत्तर की ओर मुड़ जाता है और अफ्रीका के तटानुरूप बहता हुआ दक्षिणी विषुवत रेखा के प्रवाह में विलीन हो जाता है। यह ठण्डी धारा है।

फाकलैण्ड प्रवाह—यह उत्तरी अन्धमहासागर के लेब्रेडोर-प्रवाह के

समान है। यह प्रवाह ६०° अमेरिका के दक्षिणी भाग के पूर्वी किनारे पर दक्षिण से उत्तर की ओर बहता है।

अण्टार्क्टिक प्रवाह—यह प्रवाह और भी दक्षिण में पूर्व की ओर प्रवाहित होता है। स्वनखण्डों के अभाव के कारण यह अत्यन्त प्रबल वेग से बहता है। इसे पल्लवा हवा का प्रवाह भी कहते हैं।

(ग) मध्य अन्ध महासागर

विषुवत रेखा की विपरीत धारा (Counter Equatorial Current)
जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, व्यापारिक हवाओं के कटिबन्ध में सागर का पृष्ठजल उत्तरी और दक्षिणी विषुवत रेखा की धाराओं के रूप में पश्चिम की ओर बहता है। मध्य अमेरिका के पूर्वी तट पर यह जल एकत्र होता रहता है और धीरे धीरे वहाँ के जल का समतल पूर्वी अन्धमहासागर की अपेक्षा ऊपर उठ जाता है। क्योंकि जल सदैव ऊँचे समतल से नीचे समतल की ओर प्रवाहित होता है, अतएव यह संचित जल राशि पुनः पूर्व की ओर विषुवत रेखा की विपरीत धारा के नाम से बहने लगती है।

२—प्रशान्त महासागर की धारायें

(क) उत्तरी प्रशान्त

उत्तरी विषुवतीय प्रवाह—उ० पू० व्यापारिक वायु इसकी जन्म-दाता हैं। यह प्रवाह प्रायः विषुवत रेखा के समानान्तर ही उसके कुछ उत्तर में पश्चिम की ओर बहता है।

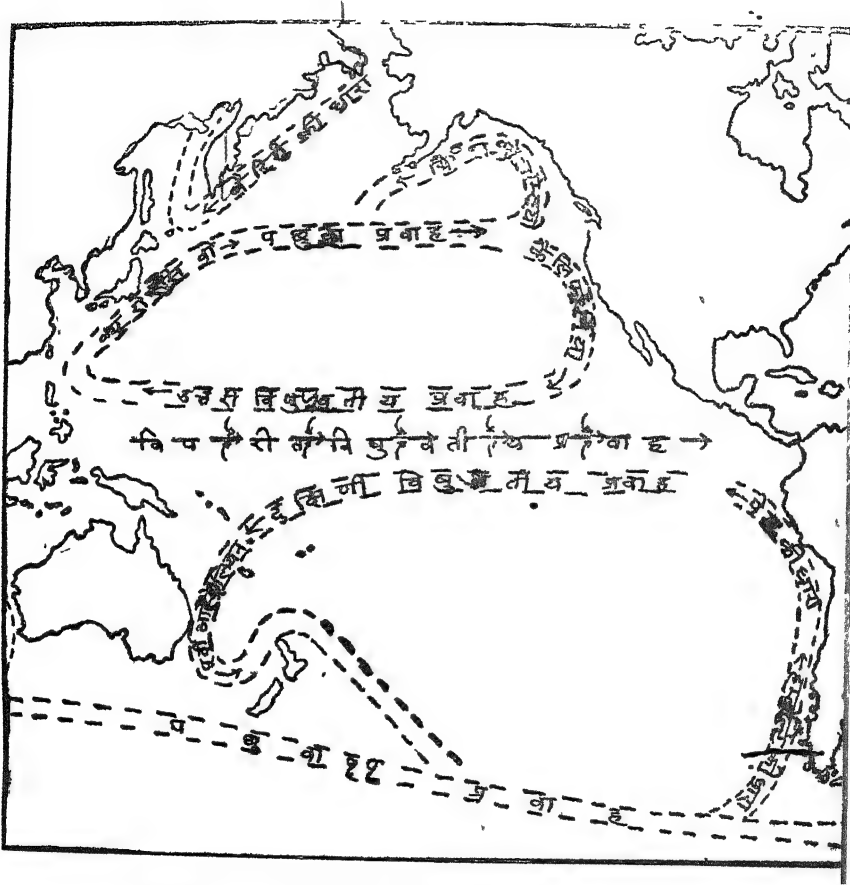
क्युरोसिवो—यह उष्णधारा अन्ध महासागर की गल्फ स्ट्रीम के समान है। जापान के दक्षिण में यह धारा दो भागों में विभाजित हो जाती है—(१) पश्चिमी शाखा जापान सागर में बहती हुई उत्तर की शीतल कमचटका की धारा में विलीन हो जाती है और (२) पूर्वी शाखा पल्लवा हवाओं के कारण उ० पू० की ओर बहने लगती है और उत्तरी प्रशान्त जलधारा के नाम से ब्रिटिश कोलम्बिया के पश्चिमी तट तक पहुँचती है।

कमचटका की धारा—यह धारा अन्धमहासागर की लैब्रेडोर धारा के समान है। साईबेरिया के पूर्वी तट पर यह धारा बेहरिङ स्ट्रेट में होती हुई दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। इसे बैरिंग की धारा भी कहते हैं।

उत्तरी प्रशान्त प्रवाह—यह उ० अटलांटिक प्रवाह के समान ही है। इसे पल्लवा प्रवाह भी कहते हैं। ब्रिटिश कोलम्बिया के पश्चिमी तट पर यह दो भागों में विभाजित हो जाता है—एक धारा उत्तर की ओर बहती है

जिसे ब्रिटिश कोलम्बिया प्रवाह कहते हैं। और दूसरी धारा कैलिफोर्निया की धारा के नाम से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है।

कैलिफोर्निया की धारा—यह शीतल धारा कैलिफोर्निया और मैक्सिको के पश्चिमी तट पर उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है।



चित्र ३७—प्रशांत महासागर की धारायें

कुछ और दक्षिण जाकर यह उत्तरी विषुवत रेखा के प्रवाह में विलीन हो जाती है।

इस प्रकार उ० प्रशान्त मे भी उ० अन्ध-महासागर की भांति धाराओं का घड़ीवत् चक्र बन जाता है।

(ख) दक्षिणी प्रशांत

अण्टार्कटिक प्रवाह—यह प्रवाह अत्यन्त दक्षिण में पूर्व की ओर बहता है। इसके प्रवाह का कारण पलुवा हवायें हैं।

हमबोल्ट अथवा पेरू प्रवाह—द० अमेरिका के द० कोने पर अण्टार्कटिक प्रवाह का कुछ अंश उ० की ओर घूम जाता है और हमबोल्ट अथवा पेरू के शीतल जल-प्रवाह के नाम से द० अमेरिका के पश्चिमी तट पर बहता है। मकर-रेखा को पार कर यह दक्षिणी विषुवत रेखा के प्रवाह में विलीन हो जाता है।

द० विषुवत रेखा की धारा—यह धारा विषुवत रेखा के निकट दक्षिण में पश्चिम की ओर प्रवाहित होती है। आस्ट्रेलिया के उ० पू० में यह धारा दो भागों में विभाजित हो जाती है—(१) एक भाग पश्चिम की ओर बहता हुआ पूर्वी द्वीप समूह को पार करता है और उत्तरी विषुवत रेखा की धारा में विलीन हो जाता है; (२) दूसरा भाग आस्ट्रेलिया की उष्ण जल धारा के नाम से दक्षिण दिशा में मुड़ जाता है। द्वीपों की बहुलता के कारण दक्षिणी विषुवतीय धारा कई भागों में बंट जाती है।

आस्ट्रेलिया की उष्ण धारा—यह धारा आस्ट्रेलिया के पूर्वी तट पर दक्षिण की ओर बहती है और अन्त में अण्टार्कटिक प्रवाह में विलीन हो जाती है।

(ग) मध्य प्रशांत

विषुवत रेखा की विपरीत धारा—अटलांटिक महासागर की भांति प्रशांत महासागर में भी यह धारा विद्यमान है।

३—हिन्द-महासागर की धारायें

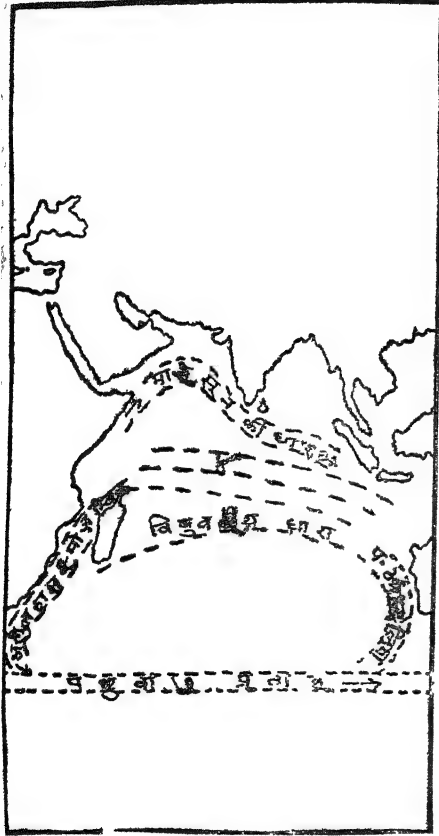
(क) दक्षिणी हिन्द-महासागर

दक्षिणी हिन्द-महासागर की धाराओं का क्रम अटलांटिक और प्रशांत महासागर की धाराओं जैसा ही है। आस्ट्रेलिया के दक्षिण-पश्चिम में अण्टार्कटिक जलधारा की एक शाखा उत्तर की ओर घूम कर पश्चिमी आस्ट्रेलिया की शीतल जलधारा के नाम से आस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट पर उत्तर की ओर प्रवाहित होती है। मकर रेखा को पार कर यह धारा दक्षिणी विषुवत रेखा के प्रवाह में विलीन हो जाती है।

दक्षिणी विषुवत रेखा की उष्ण धारा—पश्चिम की ओर बहती है

और मैडागास्कर के निकट दक्षिण ओर धूम जाती है और मोजम्बिक उष्ण जल धारा कहलाती है।

आगे चलकर इसे अगलहास की धारा कहते हैं। आगे चलकर यह पछुवा हवाओं के प्रभाव में आकर पूर्व की ओर बहती है और अन्त में अण्टार्कटिक जलधारा में मिलकर चक्र पूरा करती है।



चित्र ३८—हिन्दमहासागर की धारायें (जुलाई) चित्र ३९—हिन्द महासागर की धारायें (जनवरी)

(ख) उत्तरी हिन्द महासागर

उत्तरी हिन्द महासागर की धाराओं का क्रम मौसमी हवाओं की दिशा के अनुसार निश्चित होता है। ग्रीष्म ऋतु में २० प० मानसून के प्रभाव के कारण इनकी दिशा अरब के पूर्वी तट पर दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूर्व

रहती है और शीत काल में उ० पू० मानसून के कारण ये धारायें विपरीत दिशा में प्रवाहित होने लगती हैं।

७—जल धाराओं का प्रभाव

इनमें कुछ प्रमुख ये हैं :—

(१) उष्ण जलधारों अपने प्रभाव के क्षेत्रों का तापक्रम ऊँचा करने में समर्थ होती हैं। इनके विपरीत शीतल जलधारों अपने निकटस्थ प्रदेशों का तापक्रम घटाती हैं। गल्फस्ट्रीम के कारण उ० पू० योरोप का तापक्रम उन्हीं अक्षांशों पर स्थित अन्य स्थल-खण्डों की अपेक्षा अधिक रहता है। दूसरी ओर पूर्वी कनाडा का तापक्रम लेब्रेडोर धारा के कारण बहुत घट जाता है। इतना ही नहीं, गल्फस्ट्रीम के कारण पू० योरोपीय तट जाड़ों में भी नहीं जमता, जब कि लेब्रेडोर की धारा कनाडा के पूर्वी तट के जम जाने में और भी सहायक होती है।

(२) उष्ण जलधारा के ऊपर बहने वाली वायु शीतल जल धारा के ऊपर बहने वाली वायु की अपेक्षा अधिक शुष्क होती है अतएव उसमें अधिक आर्द्रता ग्रहण करने की क्षमता रहती है। यही कारण है कि उष्ण धाराओं के ऊपर से बहने वाली वायु अतिशय वाष्पमय होती है। गल्फस्ट्रीम के कारण ही पू० योरोप में वर्षा अधिक होती है। द० पू० अफ्रीका में कलाहारी मरुभूमि का अस्तित्व आंशिक रूप से शीतल बैङ्गुला की धारा के कारण है।

(३) ऐसे स्थानों पर जहाँ शीतल एवं उष्ण जलधाराएँ मिलती हैं, घना कुहरा उत्पन्न होता है, जो जहाजों के लिये बहुत खतरनाक है। टाइटेनिक नामक ब्रिटिश जहाज इसी कुहरे ही के कारण नष्ट हो गया, क्योंकि कुहरा छाया होने के कारण उत्तर से बहकर आने वाली हिमशिलाएँ (Ice bergs) दृष्टिगोचर न हो सकीं और उनसे टकरा कर यह महान जलयान चूर चूर हो गया।

(४) उष्ण जल धाराओं के कारण उत्तरी अक्षांशों में स्थित बन्दरगाह शीतकाल में भी नहीं जमते जिससे उनमें वर्ष भर सतत रूप से व्यापार होता रहता है। गल्फस्ट्रीम के कारण ही नारवे का नार्थ केप (७१ उ०) नामक बन्दरगाह वर्ष भर खुला रहता है।

(५) धाराओं के प्रवाह की दिशा जलयानों के चलने में सहायक होती है। आधुनिक वाष्पयुग के पूर्व जलयान अनुकूल धाराओं के

अनुसार ही चला करते थे। आजकल भी अमेरिका से योरप जानेवाले अधिकांश जहाज गल्फ स्टीम के अनुरूप चलते हैं।

(६) शीतल धारायें अपने प्रवाह के साथ मछलियों के भुण्ड के भुण्ड ले आती हैं, जिससे मात्सिकी (Fisheries) को प्रोत्साहन मिलता है। उ० जापान और न्यूफाउण्ड लैण्ड मात्सिकी की दृष्टि से यदि आज इतने अधिक महत्वपूर्ण है, तो इसका समस्त श्रेय वहा पर उत्तर से प्रवाहित होने वाली शीतल जलधाराओं को है।

(७) धारायें सागर-जल को स्थिर नहीं होने देती। इस प्रकार वे स्थिर जल के अस्वास्थ्यप्रद परिणामों और हानियों को रोकती हैं।

(८) कभी कभी शीतल जल-धाराओं के साथ बड़ी बड़ी हिम-शिलायें बह आती हैं, जिनसे जहाजों को बड़ी हानि पहुँचती है। इस सम्बन्ध में टाइटेनिक का उदाहरण दिया ही जा चुका है।

(९) जलधाराओं पर सागर के जीवजन्तुओं का जीवन निर्भर है। उष्ण धारायें प्रवाल के विकास के लिये अत्यन्त अनुकूल हैं। जलधाराओं द्वारा ही सागर के प्राणियों को ऑक्सीजन (Oxygen) और भोजन की उपलब्धि होती है।

(१०) उ० प० योरप में बसने की व्यवस्था (Settlement) अत्यन्त घनी है, जब कि इन्हीं अक्षांशों पर स्थित पूर्वी साइबेरिया प्रायः अनिवासित है। इसका कारण भी धारायें हैं।

उपयुक्त पक्तियों से स्पष्ट है कि जल धाराओं द्वारा जलवायु, व्यापार मार्गिकी, बन्दरगाहों का विकास, सागरीय प्राणियों का जीवन, मानवीय बसने-व्यवस्था आदि सभी कुछ प्रभावित और निर्धारित होता है।

(७) प्रवाह (Drift) धारा (Current) और स्रोत (Stream) का अन्तर

इनमें कोई वास्तविक भेद नहीं है, केवल सीमा को निश्चितता तथा जल के वेग का अन्तर है। प्रवाह से तात्पर्य है, जल के ऊपरी स्तरों की गति, जिनकी कोई निश्चित सीमा निर्धारित नहीं की जा सकती जैसे उत्तरी अटलाण्टिक का प्रवाह। इसकी अपेक्षा धारा में जल का वेग अधिक होता है और उसकी सीमायें भी अधिक निश्चित होती हैं जैसे लैब्रेडोर की धारा। स्रोत अथवा स्टीम और भी अधिक निश्चित होती है। उदाहरण

के लिये गल्फ-स्ट्रीम के अधिकांश भाग के लिये निश्चित सीमाये निर्धारित की जा सकती है, जिससे उसे महासागर में उष्ण जल का श्रोत कहना सार्थक ही है। इसकी पश्चिमी सीमा सबसे अधिक निश्चित है जहाँ यह लैब्रेडोर की धारा का स्पर्श करती है। इसके प्रवाह का वेग प्रतिदिन १०-१५ मील से अधिक नहीं होता। दूसरी ओर धारा अथवा स्ट्रीम की गति प्रति घण्टे ४—५ मील होती है। मुख्यतः वायु से उत्पन्न होने के कारण प्रवाह सामान्यतः विस्तृत भी अधिक होता है—किन्तु धारा और श्रोत अपेक्षाकृत संकुचित, निश्चित सीमा में बद्ध और अधिक वेगवान होते हैं।

— — —

ग्यारहवाँ परिच्छेद

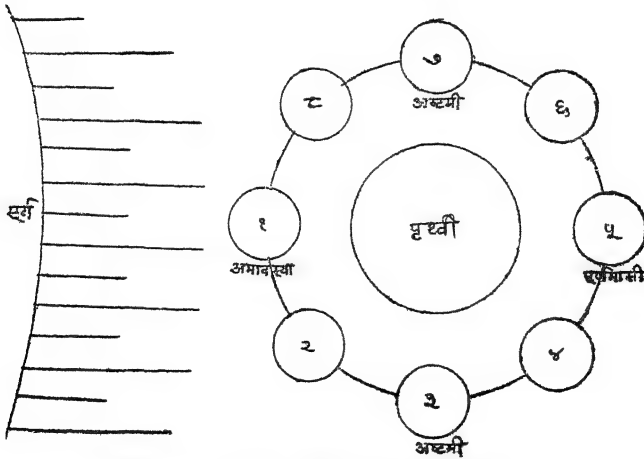
ज्वार-भाटा

१—परिभाषा

समुद्रतट के निवासी जानते हैं, कि सागर-जल चौबीस घंटे में दो बार धीरे धीरे स्थल की ओर अग्रसर होता है और फिर पीछे हटकर अपनी पूर्व दशा पर आ जाता है। सागर-जल के इस चढ़ाव-उतार को ज्वार भाटा कहते हैं—जल के आगे बढ़ने को ज्वार कहते हैं और पीछे हटने को भाटा।

२—ज्वार-भाटा का कारण

ज्वारभाटा का कारण सूर्य और चन्द्रमा की आकर्षण-शक्ति है। सूर्य तथा चन्द्र दोनों ही पृथ्वी को अपनी ओर खींचते हैं। यद्यपि सूर्य चन्द्रमा की अपेक्षा आकार में बहुत बड़ा है, तथापि वह दूर भी बहुत है। सूर्य पृथ्वी से चन्द्रमा की अपेक्षा ६२, ७५०, ००० मील अधिक दूर है, अतएव पृथ्वी पर चन्द्रमा के आकर्षण का प्रभाव सूर्य की अपेक्षा कहीं अधिक होता है। चन्द्रमा पृथ्वी को अपनी ओर आकृष्ट करता है, किन्तु जल, जो द्रव पदार्थ है, शीघ्रता से खिंच जाता है और महासागर के उस भाग का जल



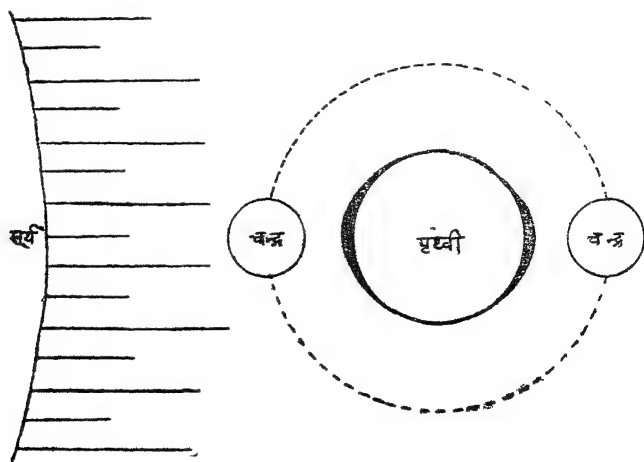
चित्र ४०—चन्द्रमा की विभिन्न स्थितियाँ

जो चन्द्रमा के ठीक सामने पड़ता है, ऊपर की ओर उठ आता है। यह ज्वार आसपास के पानी के सिमटने से ही बनता है। जिस समय किसी स्थान पर ज्वार होना है, तो पृथ्वी पर ठीक उसके दूसरी ओर भी वैसा ही ज्वार उठता है, क्योंकि चन्द्रमा स्थल को भी तो अपनी ओर खींचता है और ऐसा होने से दूसरी ओर जल एकत्र हो जाता है। इस प्रकार एक ही समय में दो विपरीत स्थानों में ज्वार उठा करता है। परन्तु जो स्थान इन स्थानों के प्रति समकोण बनाते हैं, वहाँ पानी नीचा होता है अर्थात् वहा भाटा होता है।

ज्वार भाटा विपथक सिद्धान्तों के अध्ययन के लिये कृपया 'भूसैद्धान्तिकी' का नवम् परिच्छेद (पृष्ठ ८१--८४) देखिये।

३—दीर्घ (Spring) और लघु (Neap) ज्वार

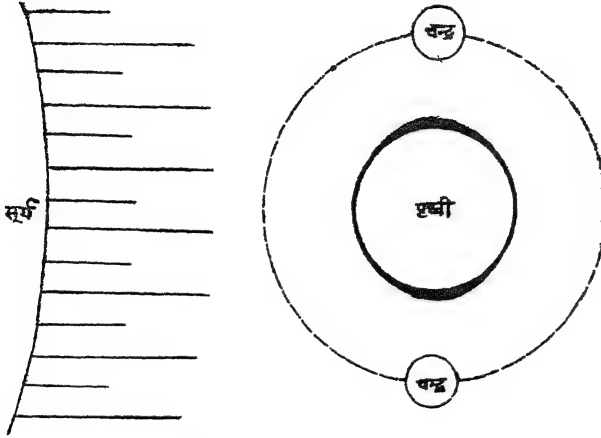
महीने में दो बार पूर्ण मासी और अमावस्या के दिन सूर्य, चन्द्रमा और पृथ्वी तीनों एक सीध में आ जाते हैं। इन दो दिनों का ज्वार अन्य दिनों की अपेक्षा अधिक होता है, क्योंकि ऐसी दशा में सूर्य और चन्द्र दोनों की सम्मिलित शक्तियाँ पृथ्वी के जल को आकर्षित करती हैं। इसे ही दीर्घ-ज्वार कहते हैं। कलकत्ते में हुगली का जल दीर्घ-ज्वार में १५ फुट ऊँचा उठ आता है।



चित्र ४१—दीर्घ ज्वार

इसके विपरीत अष्टमी के दिन जब पृथ्वी के प्रति सूर्य और चन्द्रमा

समकोण बनाते हैं, तब ज्वार अपेक्षाकृत हल्का होता है। इस दशा में सूर्य की शक्ति चन्द्रमा की शक्ति के विरुद्ध काम करती है। इसे लघु-ज्वार (Neap Tide) कहते हैं। कलकत्ते में हुगली का जल लघु-ज्वार, में छै फुट ऊँचा रहती है।



चित्र ४२—लघु ज्वार

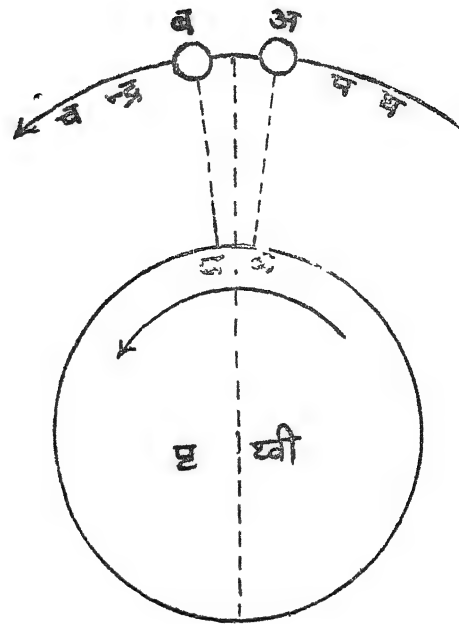
४—दो उत्तरोत्तर ज्वारों का मध्यान्तर

चन्द्रमा पृथ्वी के किसी स्थान पर चौबीस घण्टे में एक बार आता है। और उसके विपरीत स्थान पर भी वह एक ही बार आता है। अतएव प्रत्येक स्थान पर चौबीस घण्टे में दो बार ज्वार आता है।

यदि चन्द्रमा स्थिर होता, तो प्रकट है कि पृथ्वी का प्रत्येक स्थान चौबीस घंटे में एक बार चन्द्रमा के सम्मुख आता। ऐसी दशा में किसी स्थान पर दो उत्तरोत्तर ज्वारों का मध्यान्तर बारह घण्टे ही होता। किन्तु जब पृथ्वी का कोई स्थान चौबीस घण्टे बाद अपनी पूर्व स्थिति में आता है तब चन्द्रमा, अपनी परिक्रमण गति के कारण, आगे बढ़ जाता है और उस स्थान को चन्द्रमा के ठीक सामने होने के लिए कुछ समय और लग जाता है। यही कारण है कि किसी स्थान पर दो उत्तरोत्तर ज्वारों के मध्य में लगभग बारह घण्टे छब्बीस मिनट का अन्तर होता है।

गणित द्वारा स्पष्टीकरण

मान लीजिए चन्द्रमा 'अ' पर है (चित्र ४३)। ऐसी दशा में उसकी



चित्र ४३—दो उत्तरोत्तर ज्वारों के मध्यान्तर का निर्धारण

आकर्षण शक्ति से 'क' पर ज्वार होता है। 'क' को सम्पूर्ण परिक्रमा लगाकर अपनी पूर्व-स्थिति में आने के लिए २४ घण्टे लगते हैं, किन्तु इस काल में चन्द्रमा 'अ' से 'ब' पर पहुँच जाता है, फलतः ज्वार की अनुभूति के लिए 'क' को 'ख' पर पहुँचना आवश्यक हो जाता है। पृथ्वी की पूर्ण परिक्रमा लगाने के लिये चन्द्रमा को २८ दिन^१ लगते हैं, अर्थात् क ख पृथ्वी की पूर्ण परिधि का १/२८ वाँ अंश है।

क को १ परिक्रमा लगाने में २४ घण्टे लगते हैं

$$\begin{aligned} & \text{'' } \frac{1}{28} \text{ '' } \quad \frac{24 \times 60}{28} \text{ मिनट लगते हैं} \\ & \quad \quad \quad = \text{लगभग ५२ मिनट} \end{aligned}$$

1. Lunar Month—The interval of time in which moon makes one complete revolution round the earth from the new moon to new moon is approximately 29 5 days. It is often popularly taken to be a period of 28 days—w G Moore (A dictionary of geography)

परिक्रमा लगाते समय, क' जब अपनी प्रतिध्रुवीय स्थिति पर पहुँचता है, जब उसमें पुनः ज्वार होता है। उपर्युक्त गणित के अनुसार ऐसा होने के लिए २४ घण्टे ५२ मिनट का आधा समय अर्थात् १२ घण्टे २६ मिनट लगना चाहिये, जो वास्तविकता भी है।

५—ज्वार का चढ़ाव

विवृत महासागर में ज्वार का चढ़ाव एक दो फुट ही होता है। बाल्टिक और भूमध्यसागर जैसे आंशिक समानृत सागरों में यह चढ़ाव और भी कम होता है। किन्तु जब ज्वार द्वारा उठे हुये जल को उथली अथवा चौड़े मुँह की सकीर्ण घाटी में घुसना पड़ता है तो वह बहुत ऊँचा उठ आता है।



उत्तरी अमेरिका की फण्डी की खाड़ी में वह ७० फुट ऊँचा उठ आता है, जो सार में सबसे अधिक है जल के इस प्रकार ऊपर उठने को 'बोर' (Bore) अथवा वेलापूग कहते हैं। यदि नदी की पश्चिमी ज्वार आने की दिशा में हो तो पानी बहुत ऊँचा उठता है।

चित्र ४४—फण्डी की खाड़ी

६—समज्वार रेखाएँ (Cotidal Lines)

वे कल्पित रेखाएँ जो सागर के उन स्थानों को मिलाती हैं जहाँ ज्वार एक ही समय आता है, समज्वार रेखाएँ कही जाती हैं।

७—ज्वार भाटा से लाभ-हानि

(५) लाभ

(१) भाटा नदियों के मुहाने से बूझा-करकट बहा ले जाता है और उसे महासागर में दूर फेंक देता है।

(२) बड़े बड़े जहाज ज्वार का सहायता से बन्दरगाहों तक पहुँच जाते हैं और भाटा के साथ बाहर निकल आते हैं। बिना ज्वार के लन्दन प्रसिद्ध बन्दरगाह न होता और केवल एक भीतरी नगर रह जाता।

(३) ज्वार में सिमटे हुए जल को संचय कर अनेक लाभ उठाये जा सकते हैं। ज्वार-भाटा से जल-विद्युत भी उत्पन्न की जा सकती है।

(ख) हानि

(१) ज्वार-भाटा द्वारा कभी कभी बड़ी वेगवती और भयानक धाराये उत्पन्न होती है, जिन्हें हम 'ज्वार-धाराये' (Tidal Currents) कहते हैं। जहाजों को इनसे बड़ी हानि पहुँचती है।

(२) खाड़ियों में और बन्दरगाहों के निकट ज्वार द्वारा कभी कभी बहुत सी रेत एकत्र हो जाती है। ऐसे बन्दरगाहों को गहरा बनाये रखने के लिये बहुत सा धन व्यय करना पड़ता है।

बारहवाँ परिच्छेद

महासागरीय निक्षेप तथा प्रवाली रचनायें

(क) महासागरीय निक्षेप

१. निक्षेप का वर्गीकरण

चैलेंजर (Challenger) नामक जल गानद्वारा सागर नि तल से एकत्र किये गये पदार्थों की परीक्षा की गई। तदनुसार मरे (Murray) और रेनाड (Renard) ने महासागरीय-निक्षेप का वर्गीकरण इस प्रकार किया है :—

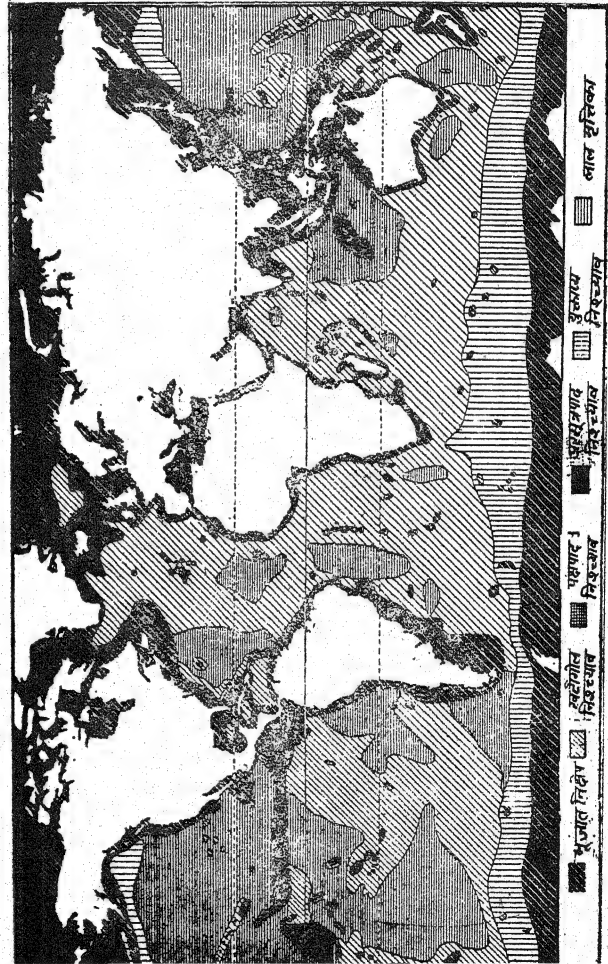
महासागरीय निक्षेप

१. समुद्रतटीय निक्षेप (Littoral deposits) उच्च और निम्न जल चिन्हों के मध्य में	कंकर (Gravel) बालु, पक आदि	
२. गाध-जलीय निक्षेप (Shoal water deposits) निम्नजल-चिन्ह और १०० फीट की रेखा के मध्य में	कंकर (Gravel) बालु, पक, चूर्णित-निक्षेप (Calcareous accumulations) चूर्णित पक (Calcareous mud) ज्वालामुखीय पक (Volcanic mud) हरित पक और बालु नील पक लाल पक चूर्णित-निक्षेप पादस्त्रिनिश्चयाव (Foraminiferal Ooze) पक्षपाद निश्चयाव (Pteropod Ooze) युक्तपक्ष निश्चयाव (Diatom Ooze) अरसूत्रपाद निश्चयाव (Radiolarian Ooze) महासागरीय लाल मृत्तिका (Oceanic red clay)	१ भूजात निक्षेप (Terrigenous Deposits) पदार्थ मुख्यतः स्थल से प्राप्त
३. अथाह सागरीय निक्षेप (Deep sea deposits)		२ तलप्लावी निक्षेप (Pelagic deposits) पदार्थ स्थल से प्राप्त नहीं

२. पंक (Muds)

१. वयन (Texture) की दृष्टि से ये बालू की अपेक्षा अधिक सूक्ष्म हैं।

२. इनका रंग रासायनिक तत्वों के अनुसार है जैसे लाल पंक की लालिमा अयोजारेय (Iron oxide) के कारण है और हरित पंक का हरा वर्ण अयोसैकतीय (Iron Silicate) के कारण है।



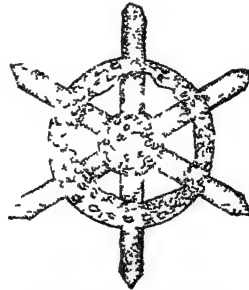
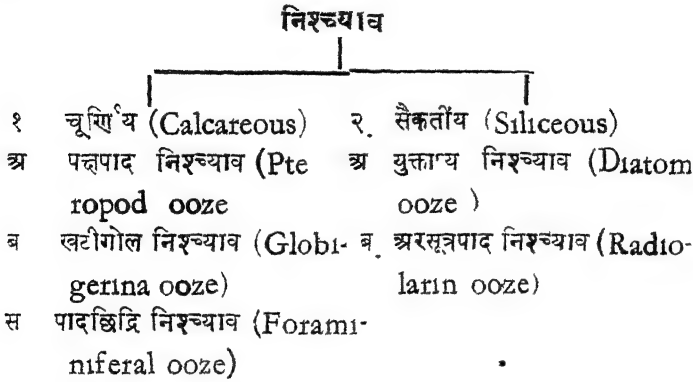
चित्र ४८—महासागर पथी निक्षेप

३. समस्त पंकों में नील पक (Blue Mud) का विस्तार सबसे अधिक है।

३. निश्चयाव (Oozes)

१. महासागर के सूक्ष्म जन्तुओं के अवशेषों से ये बने हैं और उन्हीं के अनुसार इनका नामकरण भी हुआ है।

२. स रचना की दृष्टि इनका वर्गीकरण इस प्रकार किया जा सकता है :—



पादछिद्रि निश्चयाव
[Foraminiferal Oozes]

अरसूत्रपाद निश्चयाव
[Radiolarian Ooze]

चित्र ४६—निश्चयाव

४. लाल मृत्तिका (Red clay)

२. तलप्लावी-निक्षेप (Pelagic deposits) में इसका सबसे अधिक विस्तार है। इसके द्वारा प्रशान्त महासागर का तिहाई भाग से भी अधिक

और अन्धमहासागर का अधिकांश भाग आच्छादित है । समस्त महासागरों के स युक्त-नितल के आधे से अधिक भाग में लाल मृत्तिका (Red clay) विद्यमान है ।

२. यह पतला निक्षेप है और १५००० फुट से अधिक गहराई में नहीं पाया जाता ।

३ इसकी उत्पत्ति शिलापदार्थों के टूटने और वायु द्वारा सागर तक लाये गये ज्वालामुखीय पदार्थों के विबन्धन (Decomposition) से हुई है ।

४ इसका लाल वर्ण अयोजारेय (Iron Oxide) के कारण है ।

५ स रचना की दृष्टि से यह यथार्थ मृत्तिका (True clay) है ।



(ख) प्रवाली रचनायें

१ प्रवाल (Coral)

प्रवाली पुर्वज्जक (Coral Polyp) महासागरों में रहने वाला एक जीव है । यह सागर-जल से कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate) खींचता है । फिर उससे अपने कोमल शरीर को संभालने के लिये कठोरी बनाता है ।

इन प्रवाली जीवों की संख्या इतने वेग से बढ़ती है कि थोड़े की काल में वे बृहद् श्रृंखलाओं का रूप ग्रहण कर लेते हैं ।

२. प्रवाली विकास के लिये अनुकूल दशाये

इनमें प्रमुख ये हैं :—

(१) अलवण जल प्रवाली विकास के लिये अनुकूल नहीं है, अतएव प्रवाली-रचनाये ऐसे तटों पर कम पाई जाती हैं, जहां नदिया सागर को अतुलित अलवण जल समर्पित करती हैं ।

(२) खारे अथवा लवणमय होने के अतिरिक्त जल का निर्मल (अर्थात् बालु और पक से मुक्त) होना भी प्रवाली—विकास के लिये आवश्यक है ।

(३) जल का तापक्रम ७०° फ से कम न होना चाहिये ।

(४) प्रवाल १२० फुट से अधिक गहराई में नहीं पाये जाते ।

(५) उष्ण-धाराये प्रवाली विकास में सहायक होती हैं ।

३. प्रवाली रचनाओं का वितरण

प्रवाली रचनाये महाद्वीपों के पूर्वी-तट पर 30° उ० और 30° द० अक्षांशों के मध्य में पाई जाती है। व्यापारिक वायु (Trade Wind) अमेरिका, अफ्रीका और आस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट का तापमान घटा देती है, (स्पष्टीकरण के लिये कृपया 'सागर का तापक्रम' शीर्षक परिच्छेद देखिये) अतएव इन स्थानों में प्रवाली श्रंखलाये नगण्य है। प्रवाली श्रंखलाओं में सबसे अधिक महत्वपूर्ण आस्ट्रेलिया के पूर्वी तट पर स्थित बृहत् परातट प्रवाली (Great barrier reef) है।

४. प्रवाली रचनाओं का वर्गीकरण

प्रवाली रचनाये मुख्यतः तीन प्रकार की हैं :—

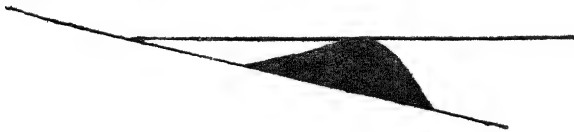
(१) अनुतट प्रवाली (Fringing reef)—ये द्वीपों और महाद्वीपों के तटों पर पाई जाती हैं। इनका धरातल असम होता है और इनका



चित्र ५०—अनुतट प्रवाली

तल प्रायः निम्न जल-चिन्ह के निकट रहता है। कहीं कहीं प्रवाली-श्रंखला और तट के मध्य में लघु और उथला जलाशय होता है, किन्तु सदैव नहीं। अण्डमन द्वीप में ऐसी ही एक अनुतट-प्रवाली है।

(२) परातट-प्रवाली (Barrier Reef)—यह अत्यन्त विस्तृत प्रवाली श्रंखला है जिसका जल में काफी गहराई तक विस्तार होता है। इसके



चित्र ५१—परातट-प्रवाली

और तट के मध्य में एक चौड़ा और गहरा उपद्वद (Lagoon) अनिवार्य

रूप से रहता है ! इसका सर्वोत्कृष्ट उदाहरण आस्ट्रेलिया के पूर्वी तट पर स्थित बृहद्-परातट-प्रवाली (Great Barrier Reef) है ।

(३) प्रवाल्या (Atoll)—जब प्रवाली-रचना वलय (Ring) की आकृति की होती है और उसके मध्य में जलमय उपद्वीप होता है, तो उसे हम प्रवाल्या अथवा अटोल कहते हैं । प्रशान्त महासागर में प्रवाल्याओं का बहुल्य है ।



चित्र ५२—प्रवाल्या (Atoll)

६. प्रवाल्याओं की संरचना

कृपया 'भूसैद्धान्तिकी' का सप्तम परिच्छेद (पृ० ६८—७२) देखिये ।

७. प्रवाली द्वी

प्रवाल-विकास के लिये अनुकूल दशाओं का उल्लेख पूर्व में हो चुका है । प्रवाली द्वीप अधिक ऊँचे नहीं होते । बहुधा वे सागर समतल से कुछ ही फुट ऊपर उठे रहते हैं । कालान्तर में चूर्ण प्रस्तर का पृष्ठ अतुरक्षण से भूमि में परिणत हो जाता है । तब उसमें पेड़-पौदे उगते हैं । ऐसा अनुमान किया जाता है कि इन द्वीपों में वनस्पति के बीज चिड़िया ले आती है । इन द्वीपों के प्रमुख वृक्ष नारियल और ताल (Palm) हैं । लकादीव एवं मालदीव इसके उदाहरण हैं ।

महासागरीय अपक्षरण और तट रेखाएँ

१. सागर का विनाशात्मक कार्य

सागर का विनाशात्मक कार्य, जो केवल तट तक ही सीमित है, मुख्यतः लहरों से होता है, जो अप्रत्यक्ष रूप से वायु पर निर्भर है। ज्वारभाटा और धाराओं से अपेक्षाकृत कम विनाश होता है। सागरीय अपक्षरण निम्नलिखित प्रतिकारका के अनुसार होता है :—

- (क) तटीय शिलाओं की संरचना (Structure)
- (ख) तटीय शिलाओं की कठोरता (Hardness)
- (ग) तटीय शिलाओं की अभिनति (Dip)
- (घ) जलवायु का प्रभाव
- (ङ) जीवजन्तुओं और पादपो का प्रभाव

(क) तटीय शिलाओं की संरचना

यदि तट अन्नद कणों (Loose Particles) द्वारा निर्मित होता है,



तो लहरे स्वयं ही तट काटने में समर्थ होती हैं किन्तु यदि तट दृढ़ और ठोस शिलाओं द्वारा निर्मित हुआ तो इनका कार्य अप्रत्यक्ष रूप से होता है। ऐसी दशा में अण्टीला (Pebbles) रेती का कार्य करते हैं। शिलाओं के निर्बल भाग और विवर (Openings) इनसे सर्वप्रथम प्रभावित होते हैं। जल की ऊँची लहरे इन विवरों का मुख बन्द कर देती हैं, जिससे अन्दर

चित्र ५६—लहरों की क्रिया से बनी गुफा

की वायु रुद्ध हो जाती है। जब लहरे नीचे जाती है तो वायु पुनः प्रस्तरित होती है। इस प्रकार वायु के एकान्तर पर सकोचन (Compression) और विस्तार (Expansion) के फलस्वरूप विवर गुफा का रूप धारण कर लेते हैं और धीरे धीरे उनकी छत और पार्श्व-भित्तियाँ (Sidewalls) अपदलित होकर गिर पड़ती हैं। इस प्रकार लहरे किनारे को नष्ट करती रहती हैं।

(ख) तटीय शिलाओं की कठोरता



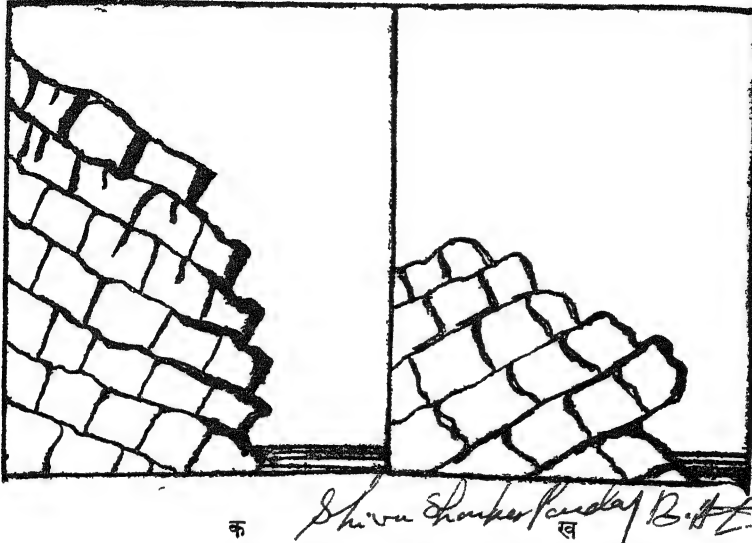
मृदुल शिलाओं में कठोर शिलाओं की अपेक्षा अपक्षरण अधिक सरलता से होता है अतः एव यदि कोई तट अनेक प्रकार की शिलाओं द्वारा निर्मित हो, तो उसकी मृदु शिलाये घिसकर सागर-कुक्षि (Bay) का रूप ग्रहण कर लेती हैं और कठोर शिलाये बाहर की ओर निकली रहती हैं। आयरलैण्ड का दक्षिण-पश्चिमी तट इसका एक सुन्दर उदाहरण है। इसे चित्र ५७ में प्रदर्शित किया गया है।

चित्र ५७—शिलाओं की कठोरता का सागरीय अपक्षरण पर प्रभाव

(ग) तटीय शिलाओं की अभिनति

यदि तटीय शिलाओं की अभिनति सागर की दिशा में हो और सन्धियों (Joints) की स्थल की दिशा में (चित्र ५८-क) तो तटीय शिलाओं के बड़े-बड़े टुकड़े बड़ी सरलता से तट से पृथक होकर गिर पड़ते हैं।

इसके विपरीत यदि तटीय शिलाओं की अभिनति स्थल की ओर होती है और सन्धियों की सागर की दिशा में (चित्र ५८-ख) तो तटीय शिलाओं के चटख जाने पर भी उनके टुकड़े सरलता से पृथक नहीं होते। इस अवस्था में अपक्षरण अपेक्षाकृत कम होता है।



चित्र ५८—सागरीय अपक्षरण पर शिलाओं के अभिनति कोण

(Dip) की दिशा का प्रभाव

(घ) जलवायु का प्रभाव

जलवायु भी सागर द्वारा तट के अपक्षरण की क्रिया को प्रभावित करती है। उदाहरण के लिये अधिक वर्षा के क्षेत्रों में जहाँ लहरे किनारे को नीचे से तोड़ती हैं, वहाँ वर्षा-जल उसे ऊपर से काटता है। इस प्रकार तटीय अपक्षरण और भी अधिक वेग से होता है।

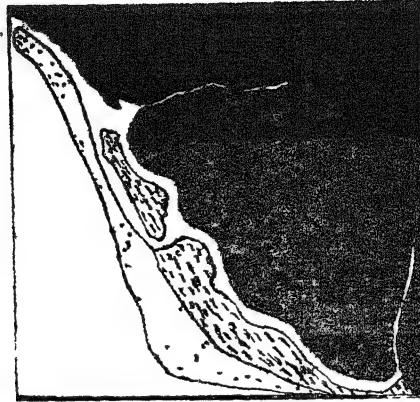
(ङ) जीवजन्तुओं और पादपों का प्रभाव

कुछ सागरीय जन्तु तटीय शिलाओं में छिद्र करके उन्हें निर्बल बना देते हैं, जिससे लहरे उन्हें सरलतापूर्वक नष्ट करने में समर्थ होती हैं। इसके विपरीत पादपों की जड़े तटीय शिलाओं को स्थायी बनाने में सहायक होती हैं।

२—सागर का सृजनात्मक कार्य

सागर, यदि एक स्थान पर स्थल का अपक्षरण करता है, तो दूसरी ओर वह उसी पदार्थ को बालुका-दण्ड (Sand bar) और जिह्वा (Spit) के रूप में अन्यत्र (जैसे नदियों के मुहाने और सागर-कुक्षि में) निक्षेपित भी

करता है। कभीकभी तो सागर-कुक्षि बालुका दण्डो से बिल्कुल बन्द हो जाती है।



चित्र ५६—सिकता-दण्ड (Sand bar) के कारण एल्ड नदी की धारा का दक्षिण की ओर मुड़ जाना

इ गलै ड मे एल्ड नामक नदी की धारा बालुका दण्ड के कारण दक्षिण की ओर मुड़ गई है।

(क) सिकता-दण्ड अथवा बालुका दण्ड (Sand bar)—नदियों द्वारा सागर को समर्पित अतुलित अवसाद (Sediments) बालुका दण्डकी सृष्टिके लिये अनिवार्य सामग्री प्रदान करता है। कभी-कभी सागर-कुक्षि (bay) के बालुका दण्डो द्वारा बिल्कुल बन्द हो जाने से उपहृद (Lagoons) बन जाते हैं। कभी-कभी मुहाने पर स्थित सिकता-दण्डो से नदियों के प्रवाह की दिशा बदल जाती है। उदाहरण के लिए, पूर्वी

(ख) जिह्वा (Spits) और सिकता द्वीप—सागर मे प्रक्षिप्त स कीर्ण और निचली बालू से बनी जीम सदृश आकृति को 'जिह्वा' (SPIT) की संज्ञा दी गई है। बालुका दण्ड और जिह्वा मे मुख्य अन्तर यह है कि जिह्वा का एक सिरा स्थल मे जुड़ा रहता है, बालुका दण्ड का नहीं। सागर-कुक्षि-द्वार को प्रभावित करने वाली धाराओं से जिह्वाओं (Spits) की सृष्टि होती है। जर्मनी के तट पर बालुका दण्ड और जिह्वा अत्यन्त प्रचुर मात्रा में पाये जाते हैं। इनके द्वारा समाबृत सागरों को यहाँ हॉफ (Haffs) कहते हैं। कभी-कभी महाद्वीप दूर स्थित द्वीपों से जिह्वा



द्वारा जुड़ जाते हैं। उदाहरण के लिये दक्षिणी इंग्लैंड में पोर्टलैंड नामक द्वीप, एक लम्बी और अचिराम जिह्वा द्वारा मुख्य स्थलखंड से जुड़ गया है। कभी-कभी सागर द्वारा निक्षेपित पदार्थ इतना मोटा होता है कि दलदल बन जाते हैं। दक्षिणी इंग्लैंड का रोमने दलदल इसी प्रकार बना है। ऐसे दलदलों के सूखने पर अत्यन्त उपजाऊ भूमि उपलब्ध होती है।

चित्र ६०—जिह्वा (Spit) द्वारा पोर्टलैंड द्वीप का मुख्य स्थलखंड से सम्बन्ध

३. तटरेखाओं का वर्गीकरण

जॉन्सन ने तट रेखाओं को चार प्रमुख श्रेणियों में विभाजित किया है :—

(१) निमज्जन की तट रेखाये (Shore-lines of subsidence) स्थल के कुछ विशेष रूपों के आशिक जलमग्न हो जाने से ये तट रेखाये बनती हैं।

(२) उन्मज्जन की तट रेखाये (Shore-lines of emergence) स्थल के ऊपर उठने अथवा जलपृष्ठ के नीचे जाने से इन तट-रेखाओं का निर्माण होता है।

(३) तटस्थ तट रेखाये (Neutral Shore lines) इन तट-रेखाओं के बनने में न उन्मज्जन होता है और न निमज्जन ही।

(४) संयुक्त तट रेखाये (Compound Shore lines) वे तट-रेखाये हैं, जिनमें पूर्वोक्त किन्हीं दो अथवा तीनों प्रकार की तट रेखाओं के गुण विद्यमान हों।

(१) निमज्जन की तटरेखाये

अधोलिखित स्थल के रूपों के निमज्जन से ये तट-रेखाये अस्तित्व में आ जाती हैं।



चित्र ६१—द० प० आयरलैंड का रियातट

३ नदियों के निक्षेप सम्बन्धी रूप जैसे डेल्टा, पूर के मैदान (Flood Plains) कछारी व्यजन (Alluvial Fans) आदि—डेल्टा के आशिक रूप से जलमग्न होने से उन्नतोदर तट रेखा बनेगी। पूर के मैदान के आशिक जलमग्न होने से अपेक्षाकृत सीधी तट-रेखा बनेगी।

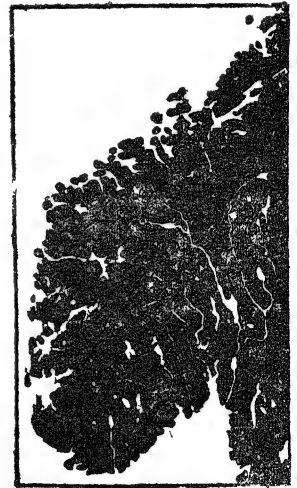
४ हिमनदियों के निक्षेप सम्बन्धी रूप —जैसे दीर्घकूटिका (Drumlin) तथा विभिन्न प्रकार के हिमोढ (Moraines)

आशिक रूप से जलमग्न ड्रमलिन तथा हिमोढ से बहुत ही अनियमित तट-रेखाये बनती हैं।

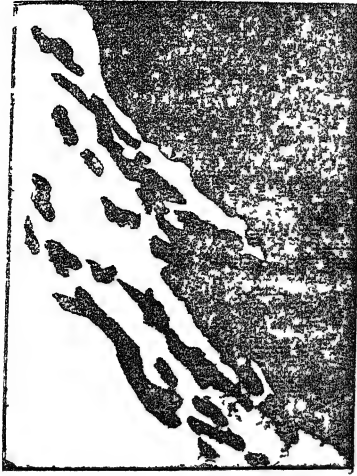
५. डालमैशियन समुद्रतट-एड्रियाटिक सागर के पूर्वी तट पर अनेक लम्बे संकरे और पहाड़ी द्वीप वर्तमान हैं। उनके विस्तार की दिशा तट के समानान्तर है। वास्तव में वे उन पर्वत-श्रेणियों की चोटियाँ हैं जो जलमग्न हो चुकी हैं। इस प्रकार की तट रेखा-को डालमैशियन-तट-रेखा कहते हैं।

१. नदियों की घाटियाँ— जब पूर्व-स्थित नदियों की घाटियाँ जल में डूब जाती हैं, तब इस प्रकार अस्तित्व में आई हुई तट-रेखा को रियातट (RIA Coast) कहते हैं।

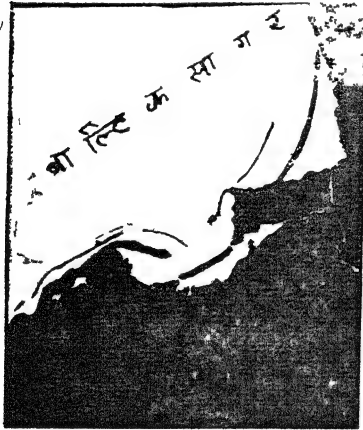
२ हिमनदों कृत घाटिया (Glaciated Valleys) - जब हिम नदियों के अपक्षरण से बनी हुई घाटियाँ जल में डूब जाती हैं, तब ऐसे तट को फियर्ड तट (Fiord Coast) कहते हैं।



चित्र ६२—नौरवे का फियर्ड-तट



चित्र ६३—डालमैशियन समुद्र तट



चित्र ६४—पूर्वी जर्मनी का हॉफ तट

की तट-रेखाओं को हाफ तट रेखा (Haff Coast-line) कहते हैं।

(२) उन्मज्जन की तट-रेखाये

ऐसी तट-रेखाये स्थल के ऊपर उठने अथवा जल के नीचे जाने से बन जाती है। इनकी पहचान निम्नलिखित विशेषताओं से होती है :—

६. विभङ्गन (Faulting) के फलस्वरूप उत्पन्न हुई तट रेखाये प्रायः सीधी होती हैं, जैसे द० भारत का पश्चिमी तट।

७. ज्वालामुखी सम्बन्धी स्थल के रूप जैसे ज्वालामुखीय शंकु (Volcanic-cone) तथा लावानिक्षेप आदि।

इनके पूर्ण अथवा आंशिक जलमग्न होने से जो तट रेखाये बनेगी, वे बाहर की ओर उन्नतोदर (Convex) होगी।

८. हाफ तट रेखा (Haff Coast-line)—कुछ तट रेखाये बड़ी ही नीची और कटाव रहित होती हैं, पूर्वो प्रशिया की तट रेखा ऐसी ही है। इसमें अनेक लम्बी सँकरी और तट के समानान्तर स्थल-पट्टियाँ वर्तमान हैं। वास्तव में ये पट्टियाँ बड़े बड़े बालुका-कूटो (Sand dunes) की चोतक हैं, जो उथले उपहृदों (Lagoons) द्वारा एक दूसरे से पृथक हो गई हैं। जर्मनी में इन पट्टियों को हाफ (Haff) कहते हैं। इसी आधार पर इस प्रकार

१. ऊपर उठे और लहरो से कटे मैदान
२. लहरो द्वारा निर्मित उत्तल (Terraces)
३. पूर्वकालीन तट के वर्तमानकालीन तट से ऊपर होने के चिन्ह
४. अभिनव-कालीन सागरीय अथवा भील के अवसादों की उपस्थिति ।

५. सीधी तट रेखाये — इस मापदंड को अत्यन्त सावधानी से प्रयोग में लाना चाहिये क्योंकि लहरे और धाराये टेढ़े-मेढ़े तट को भी अपनी क्रिया से सीधा कर देने में समर्थ हैं ।

(३) तटस्थ तट-रेखाये (Neutral Coastlines)

ऐसी तट-रेखाओं को जिनके मुख्य गुण ऐसे कारणों पर निर्भर हैं जिनका उन्मज्जन अथवा निमज्जन से कोई सम्बन्ध नहीं—जौन्सन ने तटस्थ तट-रेखा की संज्ञा दी है ।

उदाहरण—कूटों और प्रवाली-शृङ्खलाओं की तट रेखाये ।

(४) संयुक्त तट-रेखाये

इनमें उपर्युक्त दो अथवा तीनों प्रकार की तटरेखाओं के गुण विद्यमान हैं । जैसे समतल के उच्चावचन (Oscillation of level) से ऐसी तट रेखाये बन जाती हैं, जिनमें उन्मज्जन और निमज्जन दोनों प्रकार की तट रेखाओं के गुण समान मात्रा में विद्यमान रहते हैं ।

महासागरीय प्राणिजात एवं उद्भिज्जात

१. महासागरीय प्राणिजात

प्रकाश एव अधःस्तर (Substratum) का विचार करते हुये हम महासागरों में रहने वाले जीवों को निम्नांकित तीन मुख्य विभागों में बाट सकते हैं :—

(१) वेला-प्रदेशीय (Littoral)—इस विभाग के अन्तर्गत वे जीव आते हैं, जिन्हें प्रकाश एव अधःस्तर दोनों उपलब्ध हैं।

(२) तलप्लावी (Pelagic)—इस विभाग के जीव प्रकाश चाहते हैं, अधःस्तर नहीं।

(३) अथाह सागरीय (Abyssal)—इस विभाग के जीव अधःस्तर चाहते हैं, प्रकाश नहीं।

(१) वेला प्रदेशीय जीव

क-वेला-प्रदेश का विस्तार

वेला-प्रदेश का विस्तार स्थल के तट से लेकर महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf) के अन्त तक है अर्थात् वह लगभग ६०० फुट की गहराई तक फैला हुआ है। इसके नीचे प्रवण (Slope) एकदम प्रपाती (Steep) है और वहाँ वेला प्रदेशीय जीवों के स्थान पर तलप्लावी (Pelagic) जीव पाये जाते हैं।

ख-वेला-प्रदेश में भोजन की प्राप्ति

भोजन अथवा आहार की दृष्टि से वेला प्रदेश अत्यन्त महत्वपूर्ण है। इसमें पाये जाने वाले आहार के तीन साधन हैं :—(१) स्थल-क्षोप्य (Waste of land) (२) तटीय शिलाओं की बद्ध आप्यकाः (Fixed algae) तथा (३) सूक्ष्म प्लावी आप्यकाः (Minute Floating algae) अथवा उद्भिद मन्द प्लवक (Phyto plankton)

नदी-मुख पर एकत्र पंक से आहार ग्रहण करने वाले जीवों की संख्या से ही स्थल-क्षेप्य की महत्ता का अनुमान किया जा सकता है। यदि जल निर्मल होता है, तो उसमें शम्बुक (Mussels) तथा शुक्ति (Oysters) जैसे शल्क जीव (Shell Fish) कठिननः (Crustacea) एवं अन्य सामुद्रिक जीव, जो मछलियों को आहार प्रदान करते हैं, बहुत पाये जाते हैं। स्थल-क्षेप्य का विस्तार सागर में अधिक गहराई तक नहीं होता। अतएव, तलालावी (Pelagic) एवं अथाह सागरीय (Abyssal) जीव इससे लाभ नहीं उठा सकते। बद्ध आण्यकाः (Fixed algae) की उत्पत्ति केवल ऐसे स्थानों में संभव है, जहाँ उसे आसञ्जन के लिये दृढ़ धरातल मिल सके और जहाँ तीव्र सूर्य-प्रकाश भी पहुँच सके। अतएव ये केवल स्थल-तटों तक ही सीमित हैं, जहाँ ये बहुमूल्य प्राशन भूमि (Feeding ground) की सृष्टि करती हैं। लघु-ज्वार चिन्ह के ठीक नीचे के प्रदेश को कपिशायक प्रदेश (Laminarian Zone) कहते हैं। यह कठिननः (Crustacea) चूर्णप्रावार (Mollusca) प्रवालादयः (Coelenterate) जैसे लघु जीवों के लिये सदैव से प्रसिद्ध रहा है। उच्च ज्वार के समय यह प्रदेश काफी गहराई तक जल से ढक जाता है, जिससे यहाँ विशालकाय मछलियाँ आजाती हैं और इस प्रकार मछुओं के लिये यह प्रदेश बहुमूल्य हो जाता है। तटीय जल में सूक्ष्म आण्यकाः बहुत पाई जाती हैं। यद्यपि इनकी प्रकृति, गुण एवं लक्षणों का अधःस्तर की उपस्थिति से कोई प्रत्यक्ष सम्बन्ध नहीं है, तथापि अप्रत्यक्ष रूप से सागर-नितल तथा स्थल-क्षेप्य इन्हें प्रभावित करते हैं। तटीय जल में युक्ताण्यकाः (Diatom) का विशेष बाहुल्य है। वास्तव में, यहाँ पर विवृत सागर से भी अधिक इनकी जातियाँ पाई जाती हैं।

(ग) बेला प्रदेश की प्राकृतिक विशेषतायें

बेला-प्रदेश में जल सदैव गतिमान रहता है। धारायें और ज्वार-भाटा उसे गति प्रदान करते हैं, उसे मीठा बनाये रखने हैं तथा उसे सतत रूप से भोजन और ऑक्सीजन प्रदान करते हैं। यही कारण है कि विवृत सागरों (Open seas) के तट पर बहुमूल्य जीव-जन्तु पाये जाते हैं, किन्तु समावृत सागरों (Enclosed Seas) और झीलों के तट पर नहीं। यद्यपि तटीय जीवों में अनेक तैरने में कुशल होते हैं, जो संकटकाल में तैरकर अपनी रक्षा कर सकते हैं, तथापि अनेक तटीय मछलियाँ जैसे ह्वेल (Whale) एवं शिशुमार (Dolphin) जीवन-रक्षा के प्रयास में असफल होती हैं और किनारों पर मृतावस्था में पाई जाती हैं। दूसरी ओर बेचारे निर्बल जीव

तब तक नितल से चिपके रहते हैं, जब तक संकट-काल समाप्त नहीं हो जाता।

तटीय जीवों को एक अन्य सकट से भी अपनी रक्षा करना पड़ती है। वह है—सागर-जल के तापक्रम एवं लवणता में अविरल परिवर्तन। उष्णप्रदेशीय सागरों (Tropical Seas) में तापक्रम का गोचर (Range) कम अर्थात् लगभग १०° फ° होता है और औसत तापक्रम अधिक अर्थात् लगभग ८० फ° होता है। भ्रुवीय सागरों में तापक्रम का गोचर कम है और औसत तापक्रम भी कम ही है अर्थात् लगभग २८° फ° है। शीतोष्ण प्रदेशों (Temperate Regions) में तापक्रम का गोचर अधिक है और औसत तापक्रम न बहुत अधिक ही है और न बहुत कम। जल का आपेक्षिक ताप (Specific Heat) अधिक होने के कारण सागर के किसी भी भाग के तापक्रम-गोचर की तुलना स्थल के साथ नहीं की जा सकती। बहुत से स्थलीय जीवों के शरीर में जैसे उष्ण रक्त वालों में ताप नियंत्रण (Heat regulating) की व्यवस्था रहती है, जिससे वे तापक्रम के विभेदन के अनुसार अपने को समायोजित कर लेते हैं। यद्यपि सागर के जीवों में यह गुण नहीं है, तथापि हेल आदि में जिनके पूर्वज स्थल-निवासी थे, यह विशेषता है। इस भाँति तापक्रमान्तर सहने की क्षमता के अनुसार हम सागरीय जीवों को दो प्रमुख विभागों में बाँट सकते हैं :—

(१) महातापान्तर जीवी (Euthermal) -- जो तापक्रम के महान अन्तरों को सह सकते हैं।

(२) अल्प-तापान्तर जीवी (Steno thermal)—जिनके लिये तापक्रम के महान अन्तर प्राणघातक हैं।

सामान्यतः यह कहा जा सकता है, कि शीतोष्ण प्रदेश के वेलाप्रदेशीय जीव महातापान्तर जीवी हैं और उष्ण प्रदेशीय तथा भ्रुवीय सागरों के जीव अल्पतापान्तर जीवी हैं। लवणता के अन्तर से भी इस प्रकार निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं।

प्रत्येक सागरीय जीव के क्रिया-कलाप के क्षेत्र भी भिन्न हैं। डा० जोर्ट (Hjort) का कथन है, कि उत्तरी सागर और नौरवे सागर में पाई जाने-वाली कौड (Cod) मछली की सत्रह जातियों में से प्रत्येक अपने अनुकूल गहराई, तापक्रम और लवणता के अनुसार पृथक अण्डजनन क्षेत्र (Spawning ground) चुनती है।

(घ) वेला प्रदेशीय जीव

वेला-प्रदेश में जीवों की निम्नांकित जातियां पाई जाती हैं :—

(१) वेला-पक्षी (Littoral Birds) जैसे उड़ न सकने वाली पेनगुइन (Flightless penguins), समुद्रचिल्ली (Sea gulls) आदि ।

(२) सरीसृप (Reptiles)—जैसे चर्म-कश्यप (Leathery turtle), हरित कश्यप (Green turtle), सामुद्रिक सर्प (Sea Snake), सामुद्रिक गोधिका (Sea lizard) आदि ।

(३) स्तनिनः (Mammals) जैसे ह्वेल, सील, सामुद्रिक गौ (Sea cow) आदि ।

(४) मीन (Fish) जैसे सागरीय अश्व (Sea horse)

(५) उदरपादाः (Gastropod) जैसे पुटिक प्रजाति (Mya)

(६) बलघिनः (Annelid) जैसे सागरीय मूस (Sea mouse)

(७) कठिननः (Crustacea) जैसे अरित्रपाद (Copepod)

(८) शल्यपृष्ठा (Echinodermata) जैसे शल्यतारक (Star fish)

(९) प्रवालादयः (Coelentera)

(१०) छिद्रिष्ठाति (Sponges) आदि आदि ।

(२) तलप्लावी जीव

(१) तलप्लावी प्रदेश की प्राकृतिक विशेषताये

इस प्रदेश के जीवों को यद्यपि अधःस्तर प्राप्त नहीं है, तथापि उन्हें सूर्यप्रकाश मिलता है । जहां तक जल की गति का सम्बन्ध है ज्वारभाटा यहां महत्वहीन हैं । इसके विपरीत धाराओं की यहां विशेष महत्ता है । ऐसे क्षेत्र जहां उष्ण एवं शीतल धाराये मिलती हैं, तलप्लावी जीवों के लिये बहुत खतरनाक और प्राणघातक हैं । अल्पतापान्तर जीव तो तापक्रम में आकस्मिक परिवर्तन होते ही मर जाते हैं । सागर-जल को दो स्तरों में बाटा जा सकता है—ऊपरी स्तर का जल उष्ण और हल्का होता है तथा निचले स्तर का जल अपेक्षाकृत शीतल और भारी । सागर के कोमलांगी जीव इन दोनों विभागों को पृथक् करने वाले सन्धि स्तर (Junction Layer) को मार नहीं कर पाते । डा० जोर्ट (Hjort) ने इस सन्धि-स्तर को जहां जीवित और मृत प्लवक एकत्र होते रहते हैं, कूट-नितल (False Bottom) की संज्ञा दी है । जीव-जन्तुओं की संख्या की दृष्टि से यह महत्वपूर्ण है ।

जहाँ तक जल के तापक्रम का सम्बन्ध है, जो कुछ वेला-प्रदेश के विषय में कहा गया, वह तलप्लावन प्रदेश में भी लागू होता है। हा, इतना अवश्य है, कि १००० फ़ैदम के नीचे तापक्रम प्रायः स्थिर है।

जहाँ तक प्रकाश का सम्बन्ध है, प्रयोगों द्वारा यह सिद्ध हो चुका है, कि जल में ५० फ़ैदम की गहराई तक प्रायः प्रत्येक प्रकार की रश्मियाँ प्रविष्ट हो जाती हैं। ३०० फ़ैदम की गहराई पर लाल और हरी रश्मियों का लोप हो जाता है, किन्तु नीली और बैंगनी रश्मियाँ रहती हैं। १०० फ़ैदम के उपरांत अन्धकार है।

उपयुक्त कथन मध्य-अक्षांशों के लिये है। अन्य प्रदेशों में सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण के अनुसार अन्तर पाये जाते हैं।

तलप्लावी जीवों का मुख्य आहार उद्भिद प्लवक (Phyto plankton) है, जो जलपृष्ठ पर तैरनेवाली सूक्ष्म आयका है। जल में ५० फ़ैदम की गहराई तक ये बहुलता से पाई जाती हैं।

(ख) तलप्लावी जीवों का वर्गीकरण

वितरण के विचार से तलप्लावी जीवों को तीनों विभागों में बाटा जा सकता है :—

१ पृष्ठ के जीव (Surface forms)—ऊपर के १०० फ़ैदम जल में ये बहुत पाये जाते हैं। इनमें प्लवक (Plankton) एवं तलप्लावी डिम्ब (Pelagic Larva) प्रमुख हैं।

२ मध्य तल प्लावी (Meso pelagic) अथवा मध्यान्तर के जीव—ये प्रकाश की निम्नतम सीमा जो अक्षांश के अनुसार बदलती रहती है के निकट पाये जाते हैं। रजत मीन (Silvery fish) आदि इसी विभाग के अन्तर्गत हैं।

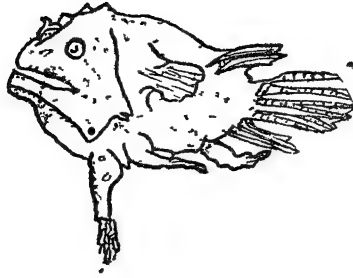
३ गम्भीर तल प्लावी जीव (Bathy pelagic forms)—ये प्रकाश-सीमा के नीचे पाये जाते हैं, यद्यपि सागर-नितल पर ये अनुपस्थित हैं। इनके उदाहरण दीप्तरक्त चिगाट (Bright red prawn), कृष्ण मीन (Black fish) आदि हैं।

पृष्ठ के जीव मणिम सदृश उज्ज्वल, नीले अथवा हल्के बैङ्गनी वर्ण के होते हैं। ऐसे प्रदेशों के जीव जहाँ केवल नीली अथवा बैङ्गनी रश्मियाँ पहुँचती हैं, रजत वर्ण के हैं। अधिक नीचे रहनेवाले जीव लाल अथवा काले हैं।

(३) अथाह सागरीय जीव

अथाह सागर मे एक ऐसी विशेषता पाई जाती है, जो अन्य भागों में नहीं पाई जाती। वह यह है—कि यहा का जल स्थायी रूप से शांत रहता रहता है। यह प्रदेश छिद्रिष्ठाति (Sponge) के विकास के लिये अत्यन्त अनुकूल है, अतएव यहा पर उनका बाहुल्य है। अधःस्तर (Substratum) पर ये अबद्धरूप से पड़े रहते हैं। इन जीवों के ऊपर जल का मीलो ऊँचा स्तर रहने से दबाव भी बहुत रहता है। यद्यपि इस प्रदेश मे पेड़-पौदे नहीं हैं, तो भी ऑक्सीजन का प्राचुर्य है। इसका कारण विवृत महासागरो मे होने वाला जल का परिवहण (Circulation) है। इसके विपरीत समावृत सागरों में ऑक्सीजन का अभाव है। उदाहरण के लिये काले सागर (Black Sea) में इतनी गहराई पर हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) की अधिकता और ऑक्सीजन की न्यूनता के कारण जीवजन्तु नहीं पाये जाते। भूमध्यसागर की दशा इतनी परम (Extreme) नहीं है, तो भी इतनी गहराई मे जीवों का वहा भी अभाव है। प्रकाश तो यहा तक पहुँचता नहीं, जल भी स्थायी रूप से शीतल है, ऐसी दशा मे जो जीवजन्तु ऊपरी प्रदेशों से मृत्यु प्राप्त कर नीचे गिर जाते हैं वही यहा भोजन के मुख्य साधन हैं। इस प्रदेश के बहुत से जीव पक्क-भट्ठी हैं। सागर-नितल मे रहनेवाले जीवों की सख्या विवादास्पद विषय है। इस सम्बन्ध मे अभी तक कोई सन्तोषप्रद निर्णय नहीं हो सका है यह निर्विवाद है, कि इस प्रदेश में अपृष्ठवशी (Invertebrate) जीव बहुत पाये जाते हैं, विशेषकर खटीगोल निश्चयाव (Globigerina Ooze) से ढके क्षेत्रों मे। इन अपृष्ठवशी जीवों मे छिद्रिष्ठाति (Sponge) और शल्यपृष्ठा (Echinoderms) प्रमुख हैं। कठिननः (Crustacea) प्रजाति मे चूर्णप्रावारा (Molluscs) एव कर्कट (Crabs) कम पाये जाते हैं। छिद्रिष्ठाति मे सैकतीय जीव (Siliceous forms) अधिक पाये जाते हैं, चूर्णिय (Carcareous) कम। शल्यपृष्ठा (Echinoderms) की प्रायः सभी जातियाँ पाई जाती हैं। सागरीय कठमूषो (Sea urchins) मे अनियमित आकृति के जीव बहुत पाये जाते हैं विशेषकर निखातक (Fossil) के रूप मे। लाल रङ्ग की चिकनी मिट्टी (Red Clay) के प्रदेश मे वलयिनः (Annelids) बहुत पाई जाती हैं। विस्तृत क्षेत्र में समान दशाये विद्यमान होने के कारण अथाह सागरीय जीवों का क्षेत्र अत्यन्त व्यापक है। यहा के जीव बहुत कुछ भ्रुवीय जीवों से मिलते जुलते हैं क्योंकि दोनों के तापक्रम मे साम्य है।

क



घ



ग

घ

ख

चित्र ६५—महासागरीय प्राणिजात एवं उद्भिज्जात

क—अयह सागर की मछली

ख—छिद्रिष्टाति (Sponge)

ग—शुक्ति (Oyster)

घ—घूर्णकशाः (Dinoflagellates)

२. महामागरीय उद्भिज्जात

महासागरीय वनस्पति का महत्त्व इसी कथन से स्पष्ट है कि उस पर ही वहा के जीव-जन्तुओं का जीवन निर्भर है।

जिस प्रकार भूमि-पादपों में अनेक प्रकारे पाई जाती हैं, उस प्रकार महासागरीय वनस्पति में प्रकारे नहीं पाई जातीं। यह उसकी महत्वपूर्ण विशेषता है। इसका कारण महासागर के वातावरण की मौलिक विभिन्नता है। प्रकाश एवं अन्धःस्तर केवल सुवेला-प्रदेश (Eulittoral Zone) में पाये जाते हैं, जो सागर-नितल का केवल २ प्रतिशत अंश है।

समस्त उद्भिद्-जगत को हम चार विभागों में बाट सकते हैं :—

- (१) सूत्रोद्भिदः (Thallophyta)
- (२) हरितोद्भिदः (Bryophyta)
- (३) पर्णागादिकाः (Pteridophyta)
- (४) बीजोद्भिदः (Spermatophyta)

इनमें से केवल पहली और चौथी प्रकार की वनस्पति सागर में मिलती है। इन विभागों को उपविभागों और उपविभागों को पुनः अन्तर्विभागों में बाटा जा सकता है, किन्तु यह कार्य औद्भुदी-विशेषज्ञों का है, हमारा अभिप्राय तो निम्नांकित सक्षिप्त वर्गीकरण द्वारा सिद्ध हो जाता है।

(१) सूत्रोद्भिदः (Thallophyta)

प्रायः समस्त सागरीय वनस्पति इस विभाग के अन्तर्गत है। इसमें ऐसे आद्य पादप आते हैं, जिनके शरीर में वर्धि अंग का भिन्न (Differentiation of vegetative organ) नगण्य होता है अर्थात् इनमें यथार्थ मूल, वृन्त, पत्र कुछ भी नहीं होते। इन पादपों में महासागरीय आण्यकाः (Marine algae) एवं महासागरीय कवलानि (Marine fungi) विशेषकर शाकाणुवः (Bacteria) प्रमुख हैं। लाक्षणिक वर्ण के अनुसार इन्हें पुनः पांच श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है :—

- (क) नील-हरि आण्यका (Blue green algae)
- (ख) हरित आण्यकाः (Green algae)
- (ग) बभ्रु आण्यकाः (Brown algae)
- (घ) रक्त आण्यकाः (Red algae)
- (ङ) पीत हरित आण्यकाः (Yellow green algae)

इनमें से प्रथम चार (नील-हरि आण्यकाः की कुछ प्रकारों को छोड़कर) आसक्त पादप (Attached plants) हैं और पीत-हरित आण्यकाः तलावी-पादप (Floating plants) हैं।

(क) नील-हरि आण्यकाः

यह सबसे कम महत्वपूर्ण है। अलवण (Fresh) एवं आलवण (Brackish) जल में यह बहुत पाई जाती है। उष्ण-जल में यह अधिक मिलती है।

(ख) हरित आप्यका:

यह वेला प्रदेश के ऊपरी भाग में लगभग १० मीटर की गहराई तक पाई जाती है। उष्ण सागरों में इसका बाहुल्य है।

(ग) वभ्रु आप्यका:

इसके विकास के लिए जल का लवणमय एवं शीतल होना आवश्यक है, अतएव उच्च-अक्षांशों के समुद्र तट में ही यह पाई जाती है।

(घ) रक्त आप्यका:

रक्त की दृष्टि से सागरीय आप्यकाओं में यह सबसे अधिक सुन्दर और आकर्षक है। इसका भौगोलिक विस्तार बहुत है, किन्तु शीतोष्ण सागरों में यह प्रचुरता से पाई जाती है। इसके लम्बवत वितरण के अध्ययन से ज्ञात होता है कि इसके विकास के लिए अवमन्दित प्रकाश (Subdued light) आवश्यक है।

(ङ) पीतहरि आप्यका:

पूर्वोक्त आप्यकाओं के असमान इस श्रेणी के पादप मुख्यतः प्लावी हैं। प्रमुख जातियों में अधिक महत्वपूर्ण ये हैं :—

१. युक्तायति (Diatom)—यह सामान्यतः वेलाप्रदेश के नितल में पाई जाती है।

२. घृणकशाः (Dinoflagellata)—यह प्रायः सभी सागरों में पाई जाती है, किन्तु इसका सर्वाधिक विकास उष्णजल ही में पाया जाता है। चित्र ६५—घ में इसे प्रदर्शित किया गया है।

(२) महासागरों के उच्चतर पादप अथवा बीजोद्भिदः

यद्यपि महासागरों में पादप-जगत की दो प्रसृष्टियों अर्थात् हरितोद्भिदः (Bryophyta) और पर्णांगादिकाः (Pteridophyta) का अभाव है, तथापि सर्वोच्च पादप बीजोद्भिदः (Spermatophyta) के पुष्पी पादपों [संवृतबीज (Angiosperms)] की तीस जातियाँ पाई जाती हैं।

महासागरों का मानवीय एवं आर्थिक महत्व

जब हम यह अनुभव करते हैं कि हमारी सभी मुख्य और अधिकांश गौण आवश्यकताओं की पूर्ति स्थल करता है, तब ऐसा लगता है, कि भूपृष्ठ का तीन-चौथाई भाग जलाच्छादित होने से व्यर्थ चला गया। काश महासागरों के स्थान पर स्थल होता तो जनसंख्या की वृद्धि की समस्या स्वतः हल हो जाती।

गंभीर विचार करने पर हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं, कि उपर्युक्त धारणा भ्रामक है और महासागर मनुष्य के लिए उतने ही आवश्यक एवं लाभदायक है, जितना कि स्थल है। निम्नांकित दस दिशाओं में वे मानवता के लिए अत्यन्त कल्याणकारी हैं :—

- (१) वर्षा के दाता
- (२) तापक्रम के यामक
- (३) स्वास्थ्य की दृष्टि से
- (४) खनिजों के भंडार
- (५) मछलियों के आगार
- (६) तृणक एवं प्लवक के कोष
- (७) अवरोधक के रूप में
- (८) व्यापार के विचार से
- (९) जलविद्युत के अपरिमित भंडार
- (१०) प्रवाल, छिद्रिष्ठ, मूँगा मोती, तेल एवं उपसृष्ट पदार्थों के उत्पादक।

(१) वर्षा के दाता

वर्षा पर ही हमारा जीवन निर्भर है और वर्षा का जल महासागर प्रदान करते हैं। विशालकाय महाद्वीपों के मध्यभाग में जो वर्षा होती है, उसके लिए भी अनिवार्य जलवाष्प दूरस्थित महासागर ही प्रदान करते हैं। वर्षा के विचार से स्थल के जलाशयों में होनेवाला वाष्पीकरण अपेक्षणीय है।

इसका अनुमान इसी से लगाया जा सकता है कि यदि पृथ्वी की समस्त नदियों, तालाबों और झीलों को सुखा दिया जावे, तो उससे जो वर्षा होगी वह पृथ्वी की औसत वार्षिक वर्षा का केवल पन्द्रहवा भाग होगी।

(२) तापक्रम के यामक

तापक्रम के यामक के रूप में महासागरों का विशेष महत्व है। वे स्थल को केवल आर्द्रता ही नहीं प्रदान करते वरन् उसे अति उष्ण और अति शीतल होने से भी बचाते हैं। स्थल की अपेक्षा जल का आपेक्षिक ताप अधिक है, जिससे वह उष्ण भी अपेक्षाकृत देर से होता है और शीतल भी। फिर जल के सहज चलिष्णु (Mobile) होने के कारण उसमें धाराये शीघ्र उत्पन्न हो जाती हैं। ये धाराये उष्ण कटिबन्ध के उष्ण जल को शीतल कटिबन्ध में बहा ले जाती हैं और शीतल कटिबन्ध के शीतल जल को उष्ण कटिबन्ध में बहा ले आती हैं। उपर्युक्त दोनों कारणों से अर्थात् स्थल की अपेक्षा आपेक्षिक ताप अधिक होने से और चलिष्णु होने से—महासागर गर्मियों में स्थल की अपेक्षा ठंडे रहते हैं और जाड़ों में गरम। फल यह होता है कि, महासागरों से आने वाली हवाये स्थल के तापक्रम को समशीतोष्ण (Moderate) बनाने में सहायक होती है। निम्नांकित तालिका से यह प्रभाव स्पष्ट होगा—

	जुलाई तापक्रम	जनवरी तापक्रम
बम्बई	८३ फ०	७४ फ०
लाहौर	६५ फ०	५४ फ०

(३) स्वास्थ्य की दृष्टि से

स्वास्थ्य के विचार से महासागर पांच दिशाओं में सहायक होता है :—

१. वह तापक्रम की अति को रोकता है।
२. वह शुष्कता की अति को रोकता है।
३. उसके कारण लघु कालान्तर पर तापक्रम में परिवर्तन होते रहते हैं।
४. समुद्रतट की नैसर्गिक सुषमा मनुष्य को नहाने, तैरने, सैर सपाटे करने, नाव पर जल विहार करने और विभिन्न स्वास्थ्यप्रद क्रीड़ाओं में भाग लेने के लिए प्रोत्साहित करती है।

५ महासागर आश्चर्यजनक शोधक (Purifier) हैं। स्थल से आने वाली समस्त अशुद्धियों (Impurities) का महासागरों में शोध हो जाता है।

महासागर के ये लाभदायक प्रभाव तटीय क्षेत्र तक ही सीमित हैं। उपर्युक्त दिशाओं में से प्रथम तीन सागरीय वायु के कारण हैं, जिसका विवेचन ऊपर हो चुका है। सागरीय समीर तटीय प्रदेश को समशीतोष्ण बनाये रखती है, जिससे वहाँ के निवासी आन्तरिक भागों की अपेक्षा अधिक कार्यक्षम होते हैं। इसके अतिरिक्त सागरीय समीर मच्छर आदि स्वास्थ्य को हानि पहुँचाने वाले कीटाणुओं को भगाने में सहायक होती है। यही कारण है, कि विषुवतीय अफ्रीका के तटीय प्रदेशों के निवासी अपनी उच्चस्थित भोपड़ियाँ इस प्रकार बनाते हैं कि वे दोपहर में समुद्र से चलनेवाली स्वास्थ्यप्रद समीर से पूर्ण लाभ उठा सकें।

महासागर का एक अन्य महत्वपूर्ण कार्य मलप्रवाह का अपवहन है। मलप्रवाह की ऐसी व्यवस्था करना कि वह स्वास्थ्य के लिये हानिकारक सिद्ध न हो—आज एक जटिल एवं व्ययजनित समस्या है। सामान्यतः निकट के जलाशयों में मल प्रवाहित कर दिया जाता है। इस प्रकार जलाशय दूषित हो जाता है और स्वास्थ्य के लिये हानिकारक सिद्ध होता है। ऐसे सागरतट जहाँ प्रबल ज्वारभाटा होता हो, मलप्रवाह के लिये अत्यन्त अनुकूल हैं।

(४) खनिजों के भण्डार

सागरजल का ३५ प्रतिशत भाग (भार में) ऐसे ठोस पदार्थों द्वारा रचित है, जो उसमें घोल के रूप में विद्यमान हैं। नदियाँ अपने जल के साथ बोल के रूप में अनेक खनिजों को सागर में निरंतर समर्पित करती रहती हैं। वाष्पीकरण द्वारा घोल का जल तो भाप बन जाता है, किंतु खनिज सागर में एकत्र होते रहते हैं। इस प्रकार कालांतर में समुद्र में अनेक लवण, चूर्ण एवं रासायनिक यौगिक एकत्र हो गये हैं। यहाँ तक कि सोना चादी भी उसमें विद्यमान हैं, किंतु वे इतनी न्यून मात्रा में हैं, कि उनका विदोहन (Exploitation) आर्थिक दृष्टि से सफल नहीं हो सकता। विशेषज्ञों का कथन है कि अन्धमहासागर के एक वर्गमील विस्तृत और ७६ फुट गहरे जल में १४,७७३,००० पौंड के मूल्य के रासायनिक पदार्थ विद्यमान हैं, जिनमें १२००० पौंड का केवल सोना-चाँदी होगा। इस मूल्य में अलवण जल और उसमें घुली हुई गैसों का विचार नहीं किया गया है,

अन्यथा इसमें विद्यमान कार्बन-डाइऑक्साइड से ही लाखों आइस-क्रीम तैयार किये जा सकते हैं। यह भी आगणन किया गया है, कि महासागरों में लगभग २० ००० टन रेडियम विद्यमान है। ट्रावनकोर के समुद्रतट की रेत में थोरियम और मोनाजाइट नामक तेजोद्गार खनिज (Radio-active minerals) पाये जाते हैं। *

(५) मछलियों के आहार

युगों से मनुष्य के आहार में मछलियों का महत्वपूर्ण भाग रहा है। आज भी अनेक राष्ट्रो के भोजन में इनका विशेष स्थान है। टैसलर ने अपने वाणिज्य के सागरीय पदार्थ' नामक ग्रन्थ में यह आगणन किया है, कि स सार में प्रति वर्ष लगभग १६ करोड़ पौंड के मूल्य की मछलियों का मक्षण होता है। उसने जापान के अतिरिक्त एशिया के शेष भागों और अफ्रीका के बहुत से प्रदेशों का विचार नहीं किया है, अन्यथा यह संख्या २५ करोड़ से लगभग होगी। सागर की इस महत्वपूर्ण सम्पत्ति की महत्ता इसी से प्रकट है। आस्ट्रेलिया की वाणिज्य एवं कृषि विभाग की एक विज्ञप्ति के अनुसार बहुत से सुअर और मुगियों के बच्चों को ह्वेल का मांस खिलाया गया, जिसका प्रभाव उनके स्वास्थ्य पर बहुत अच्छा पड़ा। वे आशा से अधिक तगड़े हो गये। विगत महायुद्ध के दिनों में जर्मनी के नाजी नेताओं ने स्वयं ह्वेल के आमिष का आहार किया था और उसकी भूरि-भूरि प्रशंसा की थी।

(६) तृणक एवं प्लवक के कोष

(क) तृणक

सागरीय तृणक का निम्नलिखित दिशाओं में उपयोग होता है :—

१ खाद के रूप में—इसकी महत्ता सर्वविदित है।

२ रासायनिक पदार्थों के उत्पादन के लिये—जैसे कपिलायक (Kelp) से आयडीन का निर्माण।

३ जानवरों और मछलियों के आहार के रूप में—सन् १९१४-१८ वाले महायुद्ध में फ्रांस में खाद्यान्न के अभाव में घोड़ों को तृणक दिया गया इस प्रयोग से यह निष्कर्ष निकला कि तृणक-भक्षक अश्व अन्य घोड़ों से अधिक स्वस्थ थे।

४ मानव भोजन एवं श्रौषधि के रूप में—जापान के निवासी अपने नित्य के भोजन में तृणक का उपयोग करते हैं। गत महायुद्ध के पदत्रे - आस्ट्रेलिया की सरकार ने मनुष्य और जानवरों के आहार की दृष्टि से ५००

प्रकार की सागरीय तृणकों की परीक्षा का आयोजन किया था। उसकी रिपोर्ट अत्यन्त अनुकूल रही। कुछ वर्ष पूर्व स्व० लॉयड जार्ज ने वेल्स की कन्याओं द्वारा बनाई गई तृणक की रोटियो की बड़ी प्रशंसा की थी।

औषधि के रूप में भी तृणक बहुमूल्य है। आयरलैंड में छाती के दर्द के लिये इनका प्रयोग बहुत होता है। डाक्टरों का कथन है कि इनके जल में स्नान करना भी स्वास्थ्यप्रद है।

५. तृणकों के अन्य बहुत से उपयोग हैं। इनसे रङ्ग बनाये जाते हैं। इनकी चटाई बनती है। इनमें ध्वनि-निरोध का विशिष्ट गुण है, जिससे लदन के कुछ होटलों के फर्श में इनका उपयोग किया गया है। इनके कारण एक खड की ध्वनि दूसरे खड में नहीं जा पाती।

(ख) प्लवक

आहार की दृष्टि से प्लवक भी बहुमूल्य है। गत महायुद्ध में खाद्यान्न के अभाव में जर्मनी के सामुद्रिक प्राणिकीविदों ने अनेक प्लवकों की परीक्षा की और यह निष्कर्ष निकाला कि जीव-प्लवक सर्वोत्कृष्ट आमिष के समान और उद्भिद्-प्लवक नीवारिका (Rye) के आटे के समान स्वास्थ्यप्रद है।

(७) अवरोधक के रूप में

महासागर अत्यन्त प्राचीन काल से अवरोधक के रूप में महत्वपूर्ण रहे हैं। उनकी यह महत्ता अब घटती जा रही है। प्राचीन काल में युगो तक किसी ने प्रशात और अंधमहासागर को पार नहीं किया। नयी दुनिया और पुरानी दुनिया की पृष्ठभूमि में यहा रहस्य है। इसी कारण आस्ट्रेलिया के जीव एवं वादप शेष जगत से भिन्न है। जलयानों के आविष्कार के पूर्व भारतवर्ष पर महासागर की दिशा से कभी आक्रमण नहीं हुआ। नैपोलियन का सैण्ट हैलैना नामक द्वीप में निर्वासित किया जाना सागर का अवरोधक के रूप में लाभ उठाने का ही एक उदाहरण है।

(८) व्यापार के विचार से

महासागर यदि प्राचीन काल में अवरोधक के रूप में महत्वपूर्ण थे, तो आधुनिक काल में व्यापार की दृष्टि से वे और भी अधिक महत्वपूर्ण हैं। इसके कारण निम्नांकित हैं :—

१. ये स्वतंत्र राजपथ हैं—

(क) जिनमें मार्ग-निर्माण का व्यय नहीं है।

(ख) जिनमें मार्ग के सधारण (Maintenance) का भी व्यय नहीं है।

और (ग) जो करों से उन्मुक्त हैं।

२ स्थल और वायु की अपेक्षा महासागरों में शक्ति (Power) भी कम व्यय होती है।

३ जलयानों में अपेक्षाकृत कम आदमियों से काम चल जाता है।

४ चलित्रो (Locomotives) की अपेक्षा जलयान के बनाने में व्यय भी कम होता है।

५ स्थल और वायु की अपेक्षा जल में परिवहन (Transport) भी सस्ता पड़ता है।

६ स्थल और वायु की अपेक्षा जल-परिवहन में सुरक्षा अधिक रहती है।

(६. जलविद्युत के अपरिमित भण्डार)

महासागर जल-विद्युत के अपरिमित भण्डार हैं। यदि स सार भर का कोयला, पेट्रोलियम और स्थल के विद्युत-साधन समाप्त हो जाय, तो महासागर उनकी पूर्ति कर सकने हैं। यही नहीं, इससे महासागरों के अपरिमित शक्ति भण्डार में कोई विशेष अंतर नहीं पड़ेगा। महासागरों की इस गुप्त और असीम शक्ति का संचयन तीन रीतियों से किया जा सकता है, जो उसके जल की गति, तापक्रम और ज्वार पर निर्भर है।

सागर तट पर उठने वाली विशालकाय लहरें उसकी महान शक्ति प्रकट करती हैं। इस शक्ति का यथार्थ अनुमान लगाना कठिन है। सागर के कटे हुये तट, उच्छृङ्खल (Cliff) और रेत की असीम राशि इस शक्ति की महानता की द्योतक हैं। लहरों की शक्ति संचय करने के लिए अनेक रीतियां सुझाई गई हैं। इनमें सबसे नवीन यंत्र 'तरंग-वहित्र' (Wave-Motor) का प्रदर्शन गत महायुद्ध के पूर्व कैलिफोर्निया के बर्कले नामक नगर में किया गया था। उसमें दो अरब अश्व-शक्ति (H P.) विद्युत उत्पन्न हुई। इस यंत्र के अन्वेषक का यह धारणा है, कि बारह रभां (Cylinders) से युक्त इस यंत्र के पूर्ण विकसित रूप से तीन सहस्र अश्व-शक्ति विद्युत पैदा की जा सकेगी।

जलशक्ति के उत्पादन का दूसरा साधन सागर के पृष्ठ और नितल के तापक्रम के अंतर से लाभ उठाना है। इस गुप्त शक्ति की मात्रा का भी आगणन करना कठिन है। सन् १९२८ ई० में फ्रैंच वैज्ञानिक क्लॉड ने क्यूबा की मन्टनजाज की खाड़ी में इस रीति का प्रयोग किया। यहां पर पृष्ठ और

नितल के तापक्रम में २० सैन्टिग्रेड का अन्तर था। इस भाति २० किलोवाट जलविद्युत उत्पन्न की जा सकी।

महासागर में जलशक्ति का तृतीय साधन ज्वारभाटा है। प्रत्येक समुद्रतट पर दिन में दो बार ज्वार आता है और वैज्ञानिकों का यह अनुमान है कि ज्वार की आरोधन क्रिया (Braking action) में बीस अरब अश्व-शक्ति विद्युत निहित है। आगणन द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि केवल ब्रिटेन के तट पर प्रतिवर्ष विद्युत की १० अरब इकाइयाँ उत्पन्न की जा सकती हैं।

(१०) प्रवाल, छिद्रिष्ठ, मूँगा-मोती, तेल एवं अन्य उपसृष्ट पदार्थों के उत्पादक

(क) प्रवाल

प्रवाल के आभूषण बनाये जाते हैं। औषधियों में भी इनका उपयोग होता है। टोना दुःका और सगुन के लिए भी ये काम में लाये जाते हैं।

उदाहरण के लिए अनेक लोगों की यह धारणा है कि प्रवाल की माला पहन लेने में मनुष्य डूब नहीं सकता और वह रोग-मुक्त रहता है।

(ख) छिद्रिष्ठ

शरीर का मैल छुटाने के लिये छिद्रिष्ठ का प्रयोग होता है। इस दृष्टि से टर्की के छिद्रिष्ठ विश्वविख्यात है। टर्किश-बाथ में इनका उपयोग होता है। इसके अतिरिक्त दीवाल, मेज-कुर्सी आदि भी छिद्रि से साफ किये जाते हैं। प्राचीन काल में रोमन लोग भूमध्यसागर में पाये जानेवाले 'गज-कर्ण' (Elephant Ear) नामक छिद्रिष्ठ से अपनी ढालें साफ किया करते थे। पश्चिमी अन्धमहासागर का ऊर्णा-छिद्रिष्ठ (Wool Sponge) सबसे कोमल माना जाता है।

(ग) मूँगा-मोती

इस विषय में अधिक कहना व्यर्थ है, यही कहना पर्याप्त होगा कि वर्तमानकाल में मूँगा-मोतियों का आभूषण के रूप में इतना अधिक प्रयोग होने लगा है कि ग्राहकों की आवश्यकता की पूर्ति नहीं हो पाती। यही कारण है कि नकली मूँगे मोती बनाये जाने लगे हैं।

(घ) सीपी, शंख आदि

पूजापाठ करते समय हिंदू लोग शंख-ध्वनि करते हैं। कौड़ी के विविध उपयोग सर्वविदित हैं। बङ्गाल में महिलाओं की चूड़ियों और हार में शंख

(Conch shells) का उपयोग होता है। वैद्य लोग सीपी से भस्म एवं अन्य औषधियाँ बनाते हैं।

(ड) तेल

आज से हजार वर्ष पहले भी ह्वेल से तेल निकाला जाता था। स्वास्थ्यप्रद होने के अतिरिक्त जलाने के लिये भी यह उपयोगी है। कौड-लिवर-ऑयल स्वास्थ्यप्रद होने से ही प्रसिद्धि पा सका है। शताब्दियों से सील मछली के तेल का उपयोग होता आ रहा है। बैरिंग जलडमरूमध्य की सील मछलियों से सार में सर्वोत्कृष्ट मानी जाती है।

(च) अन्य उपसृष्ट पदार्थ

यदि महासागरों में पाये जाने वाले उपसृष्ट पदार्थों की विस्तृत विवेचना की जाय, तो केवल इसी विषय पर अनेक मोटे ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं। यह विषय इतना विस्तृत है। यहाँ पर केवल ह्वेल मछली के उपसृष्ट पदार्थों का दिग्दर्शनमात्र कराया जा रहा है। उससे ही विषय की महत्ता प्रकट हो जायगी।

ह्वेल से हमें केवल मांस और तेल ही नहीं मिलता, उसकी चरबी बहुमूल्य है, उसकी हड्डियों से हथियार बनाये जाते हैं, उसकी स्नायु से मछली फँसाने के लिये बसी बनाई जाती है, उसके पट्टे और चमड़े के अनेक उपयोग हैं।

सागर में पाये जानेवाले रासायनिक पदार्थों और खनिजों द्वारा लाखों उपयोगी वस्तुओं का निर्माण होता है। उनकी विवेचना यहाँ सम्भव नहीं है।

परिशिष्ट १

विभिन्न परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न :-

AGRA UNIVERSITY B A EXAMINATION

1. What are coral reefs and islands ? Under what geographical conditions are they formed ? Give their world distribution and account for their significance (1955)

2. Trace the origin of salt in the sea and explain the variations in the salinity of surface waters of the seas and oceans (1955)

3 Describe the form of the bed of the Pacific Ocean north of the equator (1955)

4 How are currents formed ? Locate the currents of the Atlantic Ocean on a sketch map and explain their influence on ocean trade routes. (1955)

5 Explain briefly the following—

(a) Continental shelf (b) Coral reefs (1955)

6. Give an account of the work of waves as an agent of erosion. Why is the West coast of British Isles more indented than the East ? (1955)

7. Examine the thermal structure of water in any two partially enclosed seas which show contrasted characters (1954)

8 What are the chief causes of ocean-currents ? Name their important effects and describe the chief currents of the Pacific Ocean (1953)

9. Comment on—(i) Continental Shelf (ii) Deep (iii) Atolls (1953)

10 'Sea-water is always salt, but the degree of saltiness is not every where the same' explain this statement giving examples of oceans, partially enclosed seas and inland seas and lakes. (1952)

11. Explain the terms Drift, Currents and Stream and give the principle currents of the Atlantic Ocean (1952)

12 Comment on—(i) Ocean Currents (1951) (ii) Coral Reefs 1954, 51, & 49) (iii) Oceanic salinity (1949) (iv) Ria Coast-line (1953, 48) (v) Types of coast-line (1954) (vi) Atoll, (1953)

13 Explain the origin of Oceans and Continents. (1950)

14. Give an account of the work of waves as as agent of gradation (1950)

15. What are the different types of currents and how do they originate ? Locate the main warm currents of the world and state how they affect the neighbouring lands in each case (1947)

2 BANARAS HINDU UNIVERSITY B A and B Sc EXAMINATION

1 With the help of the hypsographic curve describe the relief of the ocean-floor (1953)

2 Describe with examples the relief of the North Atlantic Ocean Floor. (1952)

3. Give a classification of shore-lines and state their suitability or otherwise for the development of sea-ports (1952)

4 Give an account of the various types of coast-lines and state which are most suitable for the development of natural harbours (1951)

5 Describe the distribution with depth of temperature and salinity in partially enclosed seas and show how this distribution differs from that obtaining in the open seas. (1951)

6. Examine the view that surface ocean currents are wind determined paying special attention to actual direction of prevailing winds and oceanic currents in the Atlantic (1950)

7 Describe and account for the currents of the Indian Ocean (1949)

3 NAGPUR UNIVERSITY B. A (HONS) and M. A. EXAMINATION

1 Give an account of the nature, distribution and origin of deposits on the floor of either the Pacific or Atlantic Ocean (1952)

2. Describe and account for, as far as possible, the distribution of temperature, salinity and density in the waters of the Indian Ocean. (1952)

4. LUCKNOW UNIVERSITY M. Sc GEOLOGY EXAMINATION

1. Write a short essay on—(1) Continental Drift (1952 & 48) (2) Permanence of Ocean-basins (1952 & 48) (3) Theory of land-bridges (1951)
- 2 Give an account of the various views regarding the origin of continents and ocean basins (1950)

5. I A S COMPETITION EXAMINATION

- 1 Discuss as clearly as possible the phenomenon of tides. (1953)
- 2 Give an account of the nature, distribution and origin of the deposits on the Pacific floor (1953)

6 AGRA UNIVERSITY M. A. EXAMINATION

- 1 Give an account of the configuration of the bottom of Atlantic Ocean and locate the important deeps (1954)
- 2 Discuss briefly the origin of ocean basins (1951)
3. Why are ocean-currents formed ? Discuss this in connection with the currents in the North Atlantic In what way do the ocean currents influence the fishing industry (1951)
4. Give an account of the cold ocean currents of the Southern Hemisphere, and discuss their influence on man (1950)
5. Write a critical essay on the Coral Reef Problem (1949)
- 6 Write an explanatory account of the principal types of deposits on different parts of the ocean floor (1947)
- 7 Describe fully the main features of the Atlantic bottom relief (1947)

7 ALLAHABAD UNIVERSITY M. A. EXAMINATION

- 1 Describe fully the origin of ocean basins Describe the main features of the basin of North Atlantic (1952)
- 2 What is meant by ocean-salinity ? How do you account for the differences in ocean-salinity ? Discuss the effect of the difference (1952)
3. Discuss fully the various theories of tides (1951)
- 4 Write notes on—(i) Oceanic Deep (ii) Continental Shelf (iii) Ocean salinity (iv) Barrier Reef (1951)

5 Give a clear analysis of coral reef problem bringing out in detail the evidence in favour and against the views that have been suggested (1950)

6 Describe and explain the bathymetric relief of either the Atlantic or the Indian Ocean (1949)

7 What are pelagic deposits ? Give a concise account of the origin and distribution of various types you mention (1949)

8 Discuss the more recent advances in method of oceanographic investigation (1949)

9 Define salinity Describe and account for the variations in salinity found in different parts of the ocean and partially enclosed seas (1948)

10 Write notes on—(i) Coral Reefs (ii) the Sargasso (1947)

8 AJMER BOARD INTERMEDIATE EXAMINATION

1 Explain the view that surface ocean currents are wind determined paying special attention to the actual direction of prevailing winds and surface currents of the Pacific Ocean (1952)

2. What is meant by ocean-currents ? How are they believed to be caused ? Describe the chief currents of the North Atlantic Ocean giving their effects over the climate and human activity of coastal margins (1951)

3. Write notes on—(i) Salinity of the sea (1952,50) (ii) Spring Tide (1950) (iii) Ria-Coast & Fiord (1951)

9 NAGPUR UNIVERSITY INTERMEDIATE EXAMINATION

1 How are tides caused ? How do they help in commercial navigation ? (1952)

2 Describe with sketches the currents of the Atlantic or the Indian Ocean (1952 Supple)

3. Describe the ocean currents of the Atlantic and their effects. (1951)

4. What is meant by salinity of the sea ? Discuss the factors on which it depends (1951 Supple)

5 Write notes on—(1) Spring Tide (1951) (2) Fiord (1951 Supple) (3) Dalmatian Coast (1951 Supple) (4) North Atlantic

Drift (1950) (5) Spring and Neap Tides (1950) (6) Cotida. line (1950 Supple.)

10 U • P. BOARD INTER. EXAMINATION

1 Summarise the chief features of the movements of the surface waters of the Atlantic Ocean (1949)

2. Write notes on—(i) Continental Shelf (1949,41) (ii) Fiords (1949) (iii) Coral Reef (1948,45) (iv) Atoll (1946)

3 Explain what are currents Name the principal currents of the Pacific Ocean and show their influence on the climate of the adjoining countries (1944)

4 Say what you know of the distribution of coral reefs and coral islands To what causes do you ascribe their distribution ? What do you know of the theories of the origins of coral islands and reefs (1942)

5 What are the causes of currents in the ocean ? What is the significance of ocean currents to man ? (1940)

परिशिष्ट २

प्रमुख सहायक ग्रन्थों की सूची

- 1931 Murray, Sir John., The Ocean : A general account of the science of the sea Thornton Butterworth Ltd. 15 Bedford Street London.
- 1931 Tarr R. S. and Martin L., College Physiography. MacMillan and Company, New York.
- 1935 Scott W B An Introduction to Geology Macmillan and Co. New York
- 1936 Newbigin M I., Plant and Animal Geography Mathuen and Co Ltd. London
- 1937 Shand S J. , Earth Lore—Geology without Jargon, Thomas Murby and Co. London
- 1937 Hora S. L., An Outline of the Field Sciences in India Indian Science Congress Association 1 Park Street Calcutta
- 1937 Skeat E. G, The Principles of Geography. Clarendon Press Oxford
- 1938 Newbigin, M I., Animal Geography. Clarendon Press, Oxford
- 1942 Fox C. S., Physical Geography for Indian Students Macmillan and Co Calcutta
- 1944 Wadia D N., Geology of India. Macmillan and Co Bombay
- 1945 Sverdrup H. U., Oceanography for meteorologists. George Allen and Unwin Ltd. London
- 1945 Steers J A., The Unstable Earth—Some recent views in Geomorphology : Longmans Green and Co. New York.

- 1946 Sverdrup, H. U, Johnson M. W. and Fleming R H, the Oceans. Their Physics, Chemistry and general Biology Prentice Hall Inc. New York
- 1946 Preece D.M and Wood H. R B, Foundations of Geography University Tutorial Press Limited London
- 1947 Lake P, Physical Geography. University Press Cambridge
- 1947 Huntington E and Cushing S W Principles of Human Geography John Wiley and Sons, Inc New York
- 1947 Martonne E D A Shorter Physical Geography Christophers 22 Berners Street W I London
- 1948 Holmes A, Principles of Physical Geology Thomson and Sons Ltd Paris
- 1939 Worcester G. A Text-book of Geomorphology D Van Nostrand Comp Inc. Toronto
- 1949 Salisbury R. D, Physiography : Advanced Course John Murray, Albemarle Street W. London
- 1949 Moore W G, A Dictionary of Geography. Harmondsworth Middlesex
- 1949 Ommanney—The Ocean Geoffrey Cumberlege Oxford University Press London
- 1949 Douglas, T S, The Wealth of the Sea. The Scientific Book Club, 121, Charing Cross Road London W C 2
- 1950 Colman, John S, The Sea and its Mystries G. Bell and Sons London
- 1951 Stamp L D., The Earth's Crust—A New approach to Physical Geography and

- Geology. George G. Harrap and Co. Ltd.,
London
- 1945 Stommel Henry, Science of the Seven Seas.
Cornell Maritime Press New York
- 1945 Woolridge, S. W. and Morgan, R. S.—The
Physical Basis of Geography An Outline of
Geomorphology : Longmans Green and Co
New York
- 1945 Kellaway G. P., A Background of Physical
Geography MacMillan & Co. Ltd. St
Martins Street London
-

लेखक की ओर से—

निवेदन

राष्ट्रभाषा की सेवा में मेरा यह तृतीय पुष्प है।

जैसा कि आवरण-पृष्ठ पर अंकित शीर्षक से स्पष्ट होगा, प्रस्तुत पुस्तिका मेरी रचना 'प्राकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि' का तृतीय खण्ड मात्र है। इसमें 'वायुमण्डल' का भौगोलिक अध्ययन किया गया है।

×

×

×

वायुमण्डल का बड़ा महत्व है। हम भोजन और जल के बिना भी पर्याप्त काल तक जीवित रह सकते हैं, किन्तु वायु के अभाव में हमारा एक क्षण भी जीवित रहना असंभव है। जीव-जन्तुओं एवं पेड़-पौदों का जीवन वायु पर ही निर्भर है। यह धारणा भ्रामक है, कि सामुद्रिक जीवों को वायु की आवश्यकता नहीं पड़ती। उन्हें भी साँस लेने के लिए ऊपर आना पड़ता है अथवा वे पानी में घुली हुई वायु का उपभोग करते हैं।

वायुमण्डल के कण-कण की महत्ता है। हम धूलिकणों को उपेक्षा की दृष्टि से देखते हैं, किन्तु यदि वायुमण्डल में धूलिकण न होते, तो वर्षा न होती और पृथ्वी पर जीवन संभव न होता।

वायु के एक बुलबुले का भी महत्व है। कुछ वर्ष पूर्व एक बुलबुले के कारण समस्त भारत चिन्ताग्रस्त हो उठा था। स्व० सरदार पटेल जब वायुयान द्वारा जयपुर जा रहे थे, तब पेट्रोल की टकी में बुलबुला उत्पन्न हो जाने से, वायुयान को नीचे उतरना पड़ा। उस समय वायुयान का दिल्ली से बेतार के तार का सम्बन्ध टूट गया था, जिससे समस्त भारत में चिन्ता की लहर व्याप्त हो गई थी। वायुयान चालक के कोशल्य से भारतवर्ष के 'लौह-पुरुष' का जीवन बच सका। इस घटना से वायु के लघुतम अंश की महत्ता पर पूर्ण प्रकाश पड़ता है।

×

×

×

यह सन्तोष का विषय है, कि वायुमण्डल में पैदल पहुँचने का सर्वोच्च संभव शिखर—एक भारतीय श्री टैनमिंग ने प्राप्त किया। यही नहीं, भारतीय पक्षियों तक ने वायुमण्डल की उच्चतम सीमा का स्पर्श किया है। रामचरितमानस के महत्वपूर्ण चरित्र जटायु के भाई सपाती का ही तो यह कथन है—

‘हम द्वौ बन्धु प्रथम तरुनाई । गगन गए रवि निकट उडाई ॥
तेज न सहि सक सो फिर आवा । मै अभिमानी रवि निअरावा ॥
जरे पख अति तेज अपारा । परेउ भूमि करि घोर चिकारा ॥’

×

×

×

मेरी अन्य रचनाओं की भांति इसकी भी प्रमुख विशेषताये ये हैं—(१) यथासंभव संक्षेप (२) सरलता (३) स्पष्टता (४) भारतीय पृष्ठभूमि (यथा मेघों का भारतीय वर्गीकरण) (५) अन्तर्वस्तु की प्रचुरता (६) चित्रों की बहुलता (७) नवीनतम अन्वेषणों का समावेश (यथा कृत्रिम उपग्रहों की सृष्टि) (८) अन्तर्वस्तु सम्बन्धी उन सिद्धान्तों, वृत्तों एवं प्रयोगों की पूर्ण विवेचना, जिनकी इस विषय के अन्य ग्रन्थों ने उपेक्षा की है, जैसे आर्द्रतामापन (९) संस्कृतनिष्ठ, सुबोध एवं प्राञ्जल भाषा तथा (१०) निर्धारित पाठ्यक्रमों और परीक्षा में पूछे गए प्रश्नों को केन्द्र मानकर पुस्तक की रचना ।

×

×

×

सहायक ग्रन्थों में मुझे फिलिप लेक की रचना सर्वोत्कृष्ट लगी है। मेरी धारणा तो यह है कि बी० ए० के छात्रों की दृष्टि से भौतिक भूगोल के क्षेत्र में लेक की कृति इस युग की सर्वश्रेष्ठ रचना है, उससे उत्तम पुस्तक लिखी ही नहीं जा सकती। कदाचित् मेरी कृति उनकी छाया से मुक्त नहीं रह सकी है। पटना विश्वविद्यालय के भूगोल-विभाग के अध्यक्ष डाक्टर पी० दयाल पी०एच० डी० (लन्दन) ने ‘भूमिका’ लिखी है। उनके प्रति मैं अपनी श्रद्धाञ्जलि अर्पित करता हूँ।

×

×

×

मेरी इस कृति द्वारा विद्यार्थी-समाज का यदि कुछ भी लाभ हो सका, तो मैं अपने श्रम को सार्थक समझूँगा ।

जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव

अनुक्रमणिका

प्रथम परिच्छेद—वायुमण्डल का सामान्य परिचय

१-५

- १—वायुमण्डल क्या है
- २—वायुमण्डल की महत्ता
- ३—वायुमण्डल के अन्वेषण की कठिनाइयाँ
- ४—वायु का दबाव
- ५—वायुमण्डल में मनुष्य द्वारा पहुँची सबसे अधिक ऊँचाई
- ६—वायुमण्डल के स्तर
 - (१) परिवर्तमण्डल (Troposphere)
 - (२) समतापमण्डल (Stratosphere)
 - (३) अयनमण्डल (Ionosphere)
- ७—वायुमण्डल की संरचना

द्वितीय परिच्छेद—वायुमण्डल के दबाव का ऊँचाई और हवाओं से सम्बन्ध

६-१६

- १—वायुमण्डल का दबाव
- २—बैरोमीटर का दबाव
- ३—दबाव का नापना
 - (१) पारे का सामान्य बैरोमीटर
 - (२) फौरटिन्स बैरोमीटर
 - (३) अनैरौयड बैरोमीटर
- ४—बैरोमीटर द्वारा ऊँचाई ज्ञात करना
- ५—वायुमण्डल की ऊँचाई
- ६—दबाव के परिवर्तन
- ७—समभार रेखाएँ
- ८—वायुमण्डल के दबाव और प्रवाहित होनेवाली हवाओं का पारस्परिक सम्बन्ध—
 - (१) दबाव और वायु की दिशा का सम्बन्ध
 - (२) दबाव और वायु का वेग
 - (३) हवाओं की दिशा के परिवर्तन—

(क) फैरल का नियम—

(ख) वाइज बैलट का नियम

तृतीय परिच्छेद—भूयुष्ठ पर वायु के दबाव का सामान्य वितरण १७-२२

१—पृथ्वी पर वायु-भार की पेटियाँ

(१) स्थायी निम्न वायुभार की विषुवतीय पेटियाँ

(२) स्थायी उच्च वायुभार की उष्णप्रदेशीय पेटियाँ

(३) स्थायी उच्च वायुभार की ध्रुवीय पेटियाँ

२—सनातन हवाये

३—ऋतुओं के अनुसार वायुभार की पेटियों के विवर्तन

(१) उत्तरी गोलार्द्ध का जाड़ा

(२) उत्तरी गोलार्द्ध का ग्रीष्म

४—वायुभार के वितरण का जलवायु पर प्रभाव

चौथा परिच्छेद—समभार रेखाओं के विभिन्न रूप

२३-३८

१—चक्रवात

(१) आकृति एवं समभार रेखाओं की व्यवस्था

(२) आकार

(३) हवाये

(४) गति—(क) दिशा (ख) वेग

(५) ऋतु सम्बन्धी दशाये

(६) शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात

(क) दबाव के परिवर्तन

(ख) हवाये

(ग) वर्षा एवं मेघ

(घ) तापक्रम

(७) उष्ण प्रदेशीय चक्रवात

(क) विशेषताये

(ख) उदाहरण

(८) चक्रवातों की उत्पत्ति

२—प्रतिचक्रवात

(१) समभार रेखाओं की आकृति और व्यवस्था

(२) हवाये

(३) गति

(४) ऋतुसम्बन्धी दशाये

३—चक्रवात और प्रतिचक्रवात का तुलनात्मक अध्ययन

(१) आकृति एवं आयुभार की व्यवस्था

(२) हवाये—(क) दिशा (ख) वेग

(३) तापक्रम

(४) ऋतु

(५) गति

४—गौण चक्रवात अथवा सहकारी चक्रवात

(१) परिभाषा

(२) स्थिति

(३) गति

(४) हवायें

(५) ऋतु सम्बन्धी दशाये

५—टक (Wedge) एवं V—आकृति के निम्न

(१) परिभाषा

(२) गति

(३) हवाये

(४) ऋतु सम्बन्धी दशाये

६—ग्रीवा (Col)

(१) परिभाषा

(२) ऋतु सम्बन्धी दशायें

(३) अवधि

७—सीधी समभार रेखायें

पञ्चम परिच्छेद—स्थानीय हवाये 'मौसमी हवाये' तथा विशेष
प्रकार की आधियाँ।

३९-४६

१—थलसमीर और जलसमीर

२—मानसून हवाये

३—मिस्ट्रल, बोरा तथा सिरोकको

४—फौन तथा चिनूक हवाये

५—ब्लिज्जर्ड और बुरान

६—हरीकेन, टाइफून, टॉरनेडो एवं धूल का भूत (Dust devil)

७—हरमैतन एवं विली-विली

छठवाँ परिच्छेद—सूर्यातपन (Insolation)

४७-५३

१—परिभाषा

२—ताप का उद्गम

३—सूर्यातपन को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारक

(१) सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण

(२) वायुमण्डल की मोटाई

(३) दिन और रात की अवधि

(४) जल और स्थल का वितरण

(५) धरातल का वर्ण

(६) सौर्य कलको (Sunspots) की संख्या

(७) पृथ्वी से सूर्य की दूरी

४—सूर्यातपन का वितरण

(१) वार्षिक वितरण

(२) देशान्तर के अनुरूप वितरण

५—वायुमण्डल का ताप सन्तुलन (Heat Balance)

सातवाँ परिच्छेद—तापक्रम का दैर्घ्य वितरण

५४-६६

१—तापक्रम क्या है

२—तापक्रम मापन

(१) स्टेवेंसन स्क्रीन (Stevenson's Screen)

(२) हवा में झुलाया जानेवाला थर्मामीटर (Sling Thermometer)

३—समतप रेखाएँ

४—किसी स्थान के तापक्रम को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारक

(१) अक्षांश

(२) ऊँचाई

(३) धरातल के ढाल की दिशा

(४) प्रवाहित होनेवाली हवाएँ

(५) समुद्र से दूरी

(६) समुद्र की धाराएँ

(७) मेघ एवं वर्षा

५—भूपृष्ठ पर तापक्रम का सामान्य वितरण

(१) औसत वार्षिक समताप-रेखाएँ

- (२) जल और स्थूल के वितरण का प्रभाव
- (३) हवाओं का प्रभाव
- (४) ऋतुओं के अनुसार परिवर्तन
 - (क) जुलाई की समताप रेखाये
 - (ख) जनवरी की समताप रेखाये
- ६—तापान्तर (Range of temperature)
 - (१) तापान्तर के विभिन्न भेद
 - (२) तापान्तर को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारक
 - (क) अक्षांश
 - (ख) ऊँचाई
 - (ग) समुद्र से दूरी
 - (घ) धरातल का ढाल
 - (ङ) समुद्र की धारार्यें तथा प्रवाहित होनेवाली हवाये
 - (च) मेष एवं वर्षा

अष्टम परिच्छेद—तापक्रम का लम्बवत् वितरण ६७-७६

- १—तापक्रम की लम्बवत् प्रवणता (Vertical Gradient)
- २—ऊँचाई के साथ तापक्रम घटने का कारण .
- ३—अभिन्न (Indifferent) स्थायी (Stable) एवं अस्थायी (Unstable) साम्य (Equilibrium)
- ४—सामान्य प्रवणता
- ५—प्रवणता पर जलवाष्प का प्रभाव
- ६—वायुमण्डल के विभिन्न स्तरों की लम्बवत् प्रवणता
- ७—पर्वतों का तापक्रम
- ८—पर्वत और घाटी की हवाये
- ९—तापक्रम का उत्क्रमण (Inversion)
- १०—पठार का तापक्रम

नवम परिच्छेद—आर्द्रता ७७-८८

- १—वायु में विद्यमान जलवाष्प और उसका उद्गम
- २—परम आर्द्रता एवं आपेक्षिक आर्द्रता
- ३—ओसाक
- ४—घूलि-कणों का महत्व
- ५—ओस, पाला, कुहरा और कुहासा
- ६—आर्द्रतामापन

(१) रासायनिक आर्द्रतामापक

(२) भौतिक आर्द्रतामापक

७—मेघ

(१) परिभाषा एवं उत्पत्ति

(२) मुख्य प्रकार

(क) स्तरित (Stratus)

(ख) कुन्तल। (Cirrus)

(ग) वर्षुक (Nimbus)

(घ) कुञ्ज (Cumulus)

(३) अन्तर्राष्ट्रीय वर्गीकरण

(४) भारतीय घनवातिकीय (Meteorological) विभाग
का वर्गीकरण

दशम् परिच्छेद— वृष्टि (Precipitation)

८९-१०३

१—जलवृष्टि

(१) जलवृष्टि के प्रकार

(क) पर्वतीय वर्षा (Relief or Orographic Rainfall)

(ख) सर्वाहन की वर्षा (Convective Rainfall)

(ग) चक्रवातीय वर्षा (Cyclonic Rainfall)

(२) जलवृष्टि के वितरण को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारक

(क) ऊँचाई

(ख) समुद्र से दूरी

(ग) प्रवाहित होनेवाली हवाये

(घ) महासागर की धाराये

(ङ) चक्रवातो की क्रियाशीलता

(च) अक्षांश

(३) जलवर्षा का सामान्य वितरण

२—हिमवृष्टि (Snowfall)

(१) सिद्धान्त एवं प्रकार

(२) सामान्य वितरण

(३) हिमरेखा

३—हिमोपल वृष्टि (Hail)

४—वृष्टि मापन

परिशिष्ट—विभिन्न परीक्षाओं में छे गये प्रश्न

१०४-१०८

प्रश्नम परिच्छेद

वायुमण्डल का सामान्य परिचय

१. वायुमण्डल क्या है ?

पृथ्वी पर सर्वत्र—जलमण्डल एवं स्थलमण्डल—दोनों ही के ऊपर वायु का आवरण है। इसकी ऊँचाई लगभग दो सौ मील है। इसी को हम 'वायुमण्डल' (Atmosphere) कहते हैं। यदि पृथ्वी को एक फुट के व्यास के गोले द्वारा



चित्र २—पृथ्वी के प्रमुख विभाग

प्रदर्शित किया जाय, तो उस पर वायुमण्डल की ऊँचाई ३ इंच से भी कम होगी। पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के कारण वायु का यह स्तर सदैव उससे सटा रहता है और कभी भी उससे विलग नहीं होता। पृथ्वी के साथ-साथ वायुमण्डल भी घूमता है।

२ वायुमण्डल की महत्ता

वायुमण्डल का बड़ा महत्त्व है। जीव-जन्तुओं एवं पेड़-पौदों का जीवन वायु पर निर्भर है। यदि वायुमण्डल न होता तो पृथ्वी पर जीवन ही न होता।

जिस प्रकार महासागरों के नितल में जीव-जन्तु रहते हैं, ठीक वैसी ही स्थिति हम लोगों की वायुमण्डल में है। वायुमण्डल में हम जन्म लेते हैं, वायुमण्डल में हम जीवन व्यतीत करते हैं और वायुमण्डल में ही हम मृत्यु को प्राप्त करते हैं।

३ वायुमंडल के अन्वेषण की कठिनाइयाँ

जलवायु और भौतिक भूगोल सम्बन्धी सभी प्रक्रियाये वायुमण्डल ही में घटित होती हैं। अक्षेप में वायुमण्डल भौतिक भूगोल का मूल आधार है।

मनुष्य वायुमण्डल के निम्नतम स्तर का निवासी है। यहाँ रहते-रहते उसके शरीर के अंग इतने अधिक अभ्यस्त हो गये हैं, कि वे वायुमण्डल के ऊपरी स्तरों में सक्रिय रहने में नितान्त असमर्थ हैं। अतएव मनुष्य के लिये वायुमण्डल के ऊपरी भाग का अन्वेषण करना दुष्कर समस्या है। एवरेस्ट विजेता टैनसिह के लिये बर्फ पर चढ़ना उतना कठिन नहीं था, जितना विरल वायु में अपने अंगों को क्रियाशील रखना।

४ वायु का दबाव

वायुमण्डल में विद्यमान वायु का भार लगभग ११,८५०,०००,०००,०००, ०००,००० पौण्ड है।

भूवृष्ठ के निकट वायु सबसे अधिक स्थूल है और वायुमण्डल में हम जितने ऊपर जाते हैं वायु उतनी ही सूक्ष्म होती जाती है। साठे तीन मील की ऊँचाई पर वायुभार लगभग आधा रह जाता है और सात मील की ऊँचाई पर तो प्रायः चौथाई ही रह जाता है।

५ वायुमंडल में मनुष्य द्वारा पहुँची सबसे अधिक ऊँचाई

वायुमण्डल के ऊपरी भाग के सम्बन्ध में हमारा ज्ञान बड़ा ही सीमित और अपूर्ण है। गुब्बारे (Balloon) द्वारा मनुष्य अधिक से अधिक १४ मील की ऊँचाई तक पहुँच सका है। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, वायुमण्डल की आगणित ऊँचाई लगभग दो सौ मील है। इस दृष्टि से १४ मील की ऊँचाई बहुत कम है।

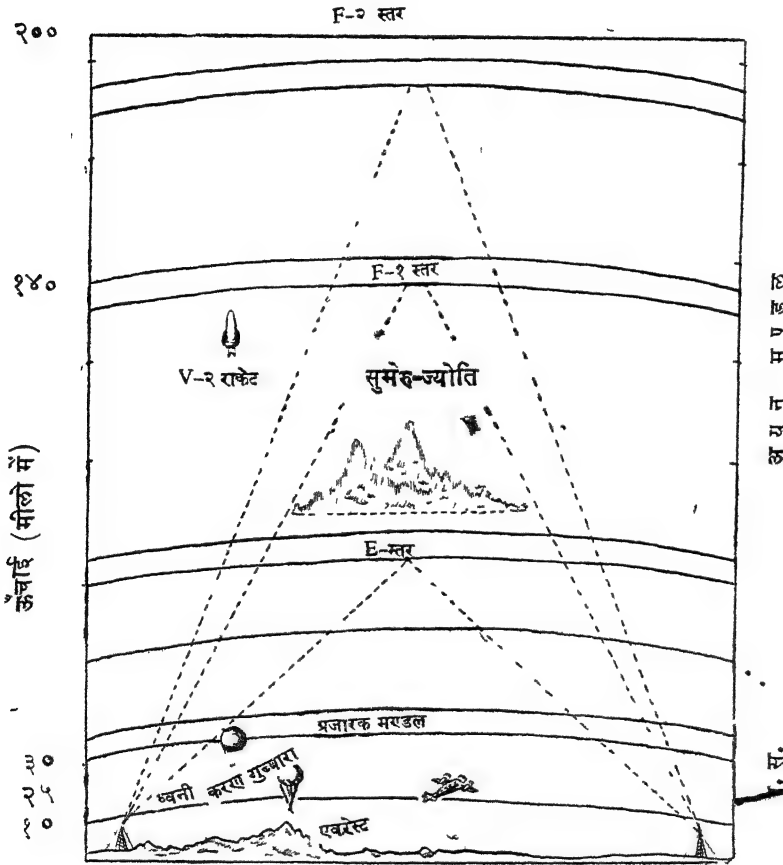
मनुष्य बड़ा महत्वाकांक्षी है। वह विज्ञान के नवीनतम आविष्कार रैडार की सहायता से चन्द्रमा तक पहुँचने का स्वप्न देख रहा है। यह तो भविष्य ही — बल्लायगा कि उसे इसमें कितनी सफलता मिलती है।

६ वायुमंडल के स्तर

जैसा कि चित्र ३ से स्पष्ट होगा, वायुमण्डल में वायु की व्यवस्था निम्नांकित स्तरों में है —

- (१) परिवर्तमण्डल (Troposphere)।
- (२) समतापमण्डल (Stratosphere)।
- (३) अयनमण्डल (Ionosphere)।

(१) परिवर्तमण्डल—यह वायुमण्डल का निम्नतम स्तर है। इसकी औसत ऊँचाई लगभग ७१ मील अथवा १२ किलोमीटर है। इस स्तर में ज्यो-ज्या ऊँचाई बढ़ती जाती है, त्यो-त्यो तापमान घटता जाता है। इसीलिये इसका नाम परिवर्तमण्डल रखा गया है। इसमें प्रत्येक १ किलोमीटर की ऊँचाई पर तापक्रम ६९ सैण्टिग्रेड घटता जाता है। धरातल का औसत तापक्रम लगभग १५°



चित्र ३—वायुमण्डल के स्तर

में रहता है। परिवर्तमण्डल की ऊपरी सीमा पर वायुभार भी धरातल की तुलना में चौथाई रह जाता है। इस स्तर में तापक्रम, वायु का वेग एवं दिशा, बदली, वृष्टि, आर्द्रता आदि ऋतुसम्बन्धी तत्वों के महान विभेदन पाये जाते हैं।

प. = परिवर्तमण्डल; स = समतापमण्डल

ऑधियाँ और तूफान इसी स्तर तक सीमित हैं। मनुष्यचालित गुब्बारे एव विशेष प्रकार से सज्जित वायुयान इसकी ऊपरी सीमा तक पहुँच सके हैं।

(२) समतापमण्डल—वायुमण्डल के दूसरे स्तर का नाम समतापमण्डल है। इसे यह सज्ञा इसलिये दी गई कि इसमें तापक्रम प्रायः समान रहता है। परिवर्तमण्डल और समतापमण्डल की विभाजक सीमा को परिवर्तसीमान्त (Tropo-pause) कहते हैं। इसकी ऊँचाई विषुवतरेखा पर लगभग १० मील समुद्र तल अमेरिका के ऊपर लगभग ७ मील तथा ध्रुवों पर ५ मील है। समतापमण्डल की ऊपरी सीमा धरातल से ३५ मील से लेकर ५० मील तक की ऊँचाई पर पाई जाती है। इस ऊपरी सीमा पर वायुभार धरातल की तुलना में १/१५०० रह जाता है। यहाँ पर वायु का भार इतना क्षीण हो जाता है कि वायुयान अथवा गुब्बारे के उड़ने का प्रश्न ही नहीं उठता, केवल विस्फोटन की प्रतिक्रिया द्वारा चालित रॉकेट अथवा क्षिप विमान (Jet Plane) यहाँ पहुँच सके हैं।

वायुमण्डल में ४० और ५० किलोमीटर की ऊँचाई के बीच में प्रजारक (Ozone) का बाहुल्य रहता है। अतएव इस स्तर का नाम प्रजारक मण्डल (Ozonosphere) रख दिया गया है।

(३) अयनमण्डल (Ionosphere)—यह वायुमण्डल का सबसे ऊपर वाला स्तर है। रेडियो की तरंगों पर इस स्तर का विशेष प्रभाव पड़ता है। इन्हीं तरंगों के कारण इसका अनुसन्धान हुआ है। धरातल से बाहर की ओर अप्रसरण होनेवाली रेडियो की तरंगें जब इस स्तर में पहुँचती हैं, तब उनमें परावर्तन होता है। विभिन्न तरंग वैर्ध (Wave length) की तरंगें विभिन्न ऊँचाइयों पर परावर्तित होती हैं। ३०० से लेकर ४०० मीटर लम्बी रेडियो—तरंगें ७० मील की ऊँचाई पर पहुँचकर परावर्तित होती हैं। परावर्तन के इस स्तर को कैनेली-हेविसाइड (Kennelly Heaviside) अथवा E-स्तर कहते हैं। इसी प्रकार १४० मील की ऊँचाई पर स्थित स्तर को जो अपेक्षाकृत छोटी तरंगों को परावर्तित करता है अपिलटन (Appleton) अथवा F-1 स्तर कहते हैं। परावर्तन के स्तर ऋतु एवं काल के अनुसार ऊपर नीचे खिसकते रहते हैं।

७. वायुमण्डल की संरचना

वायुमण्डल में जलवाष्प की मात्रा प्रत्येक स्थान पर भिन्न है। उसके अतिरिक्त वायु की संरचना प्रायः सर्वत्र समान है और इस प्रकार है—

	प्रतिशत (आयतन)
नाइट्रोजन	७८.०३
ऑक्सीजन	२०.९५
अर्गन	०.९४
कार्बन डाइऑक्साइड	०.०३
हाइड्रोजन	०.०१

लगभग २०,००० फुट की ऊँचाई तक उपर्युक्त संरचना पाई जाती है। इसके अनन्तर स्थूल गैसों की मात्रा कम होती जाती है और सूक्ष्म गैसों की मात्रा बढ़ती जाती है।

जलवाष्प वायुमण्डल के निम्नतम स्तर तक ही सीमित है। जल-विभागों (जैसे महासागर, सागर, झील, तडाग, नदी आदि) के निकट यह अधिक मात्रा में पाई जाती है।

कार्बन डाइऑक्साइड, ऑक्सीजन तथा नाइट्रोजन क्रमशः १२, ६८ और ८० मील की ऊँचाई पर लुप्त हो जाती है।

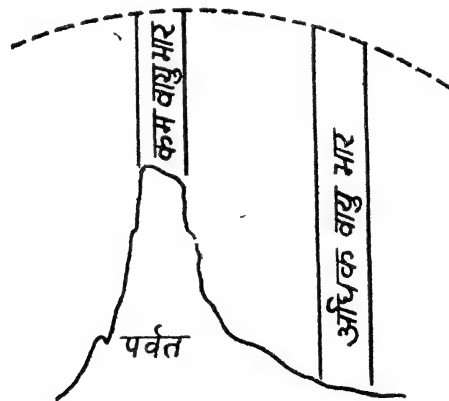
द्वितीय परिच्छेद वायुमण्डल के दबाव का ऊँचाई और हवाओं से सम्बन्ध

१ वायुमण्डल का दबाव

अन्य पदार्थों की भाँति वायु में भी भार होता है। इस कथन को एक साधारण प्रयोग द्वारा सिद्ध किया जा सकता है—

प्रयोग—फुटबाल का एक खाली ब्लैडर लीजिये। उसे तोल लीजिये। फिर उसमें पम्प द्वारा हवा भरिये और दुबारा तोलिये। विदित होगा कि हवा भर देने से ब्लैडर का भार बढ़ गया। इससे सिद्ध है, कि वायु में भार होता है। पहली बार जब ब्लैडर तोला गया तब भी उसमें हवा थी और यह कहना अशुद्ध है कि ब्लैडर खाली था। दूसरी बार तोलते समय उसमें हवा अधिक थी। दोनों भारों का अन्तर भरी गई हवा का भार प्रदर्शित करता है।

वायुमण्डल के दबाव का अर्थ है किसी स्थान के इकाई क्षेत्रफल पर वायु-



चित्र ४—फैरल के नियम का गणितीय प्रमाण

मण्डल के स्तम्भ का भार। उदाहरण के लिये सागर-समतल पर प्रति वर्ग इंच भूमि पर वायुमण्डल का जो स्तम्भ रहता है, उसका भार लगभग १४.७ पौण्ड होता है।

उपर्युक्त व्याख्या से स्पष्ट है कि किसी भी समतल पर वायुमण्डल का दबाव उसके ऊपर की वायु का भार होता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि ज्यों-ज्यों ऊँचाई बढ़ती जाती है, त्यों-त्यों वायुमण्डल का दबाव घटता जाता है। चित्र ४ से यह कथन स्पष्ट होगा। हम यह जानते हैं कि वायुमण्डल के निचले भाग में घनत्व ऊपरी भाग की अपेक्षा अधिक है, अतएव भूपृष्ठ के निकट ऊँचाई के साथ दबाव शीघ्रता से घटता है किन्तु वायुमण्डल में अधिक ऊँचाई पर दबाव धीरे-धीरे घटता है।

२. बैरोमीटर का दबाव

वायुमण्डल का दबाव जिस यंत्र से नापा जाता है, उसे बैरोमीटर कहते हैं। बैरोमीटर अनेक प्रकार के होते हैं। फौरटिन्स बैरोमीटर में लम्बवत् काँच की नली में पारा भरा रहता है। (इसका विस्तृत वर्णन पृष्ठ ८ में किया गया है) इस पारे के स्तम्भ की ऊँचाई दबाव दर्शाती है। किसी भी स्थान पर वायुमण्डल का दबाव वास्तव में उतना ही होता है, जितना कि बैरोमीटर के पारे का दबाव। यही कारण है कि वायुमण्डल के दबाव को बैरोमीटर के पारे की ऊँचाई द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। सागर-समतल पर बैरोमीटर के पारे की ऊँचाई २९.९ इञ्च रहती है। इसी तथ्य को हम इस प्रकार प्रकट करते हैं कि समुद्र के घातल पर बैरोमीटर अथवा वायुमण्डल का दबाव २९.९ इञ्च है। यदि हम २९.९ इञ्च ऊँचे पारे के स्तम्भ को, जिसका अनुप्रस्थ प्रच्छेद (Cross-Section) एक वर्ग इञ्च हो, तोले तो उसका भार १४.७ पौण्ड होगा। अतएव दबाव प्रदर्शित करने की दो रीतियाँ हैं—(१) सागर समतल पर वायुमण्डल का दबाव १४.७ पौण्ड प्रति वर्ग इञ्च है (२) सागर समतल पर बैरोमीटर का दबाव २९.९ इञ्च है। दोनों का अर्थ एक ही है।

३. दबाव का नापना

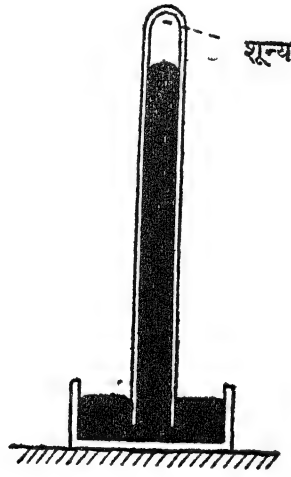
यह तो ऊपर उल्लेख हो ही चुका है कि वायुमण्डल का दबाव बैरोमीटर द्वारा नापा जाता है। बैरोमीटर की तीन मुख्य प्रकार हैं—

- (१) पारे का सामान्य बैरोमीटर।
- (२) फौरटिन्स बैरोमीटर।
- (३) अनेरोइड बैरोमीटर।

(१) पारे का सामान्य बैरोमीटर

इसकी रचना बड़ी सरल है। कोई भी व्यक्ति इसे आसानी से बना सकता है। लगभग ३६ इञ्च लम्बी काँच की एक नली लीजिये, जिसका अनुप्रस्थ

प्रच्छेद (Cross Section) एक वर्ग इञ्च हो और जिसका एक सिरा बन्द हो। उसमें मुँह तक पारा भर दीजिये और फिर उँगली से उसका मुँह बन्द करके एक ऐसे बर्तन में जिसमें पारा हो उसे इस प्रकार उल्टा खड़ा कीजिये कि नली का उँगली से बन्द मुँह बर्तन के पारे में काफी डूब जाय। चित्र ५ से यह कथन स्पष्ट होगा। तब उँगली को हटा लीजिये। उँगली हटाते ही नली का पारा कुछ नीचे की ओर जायगा और ऊपर शून्य (Vacuum) स्थापित हो जायगा।

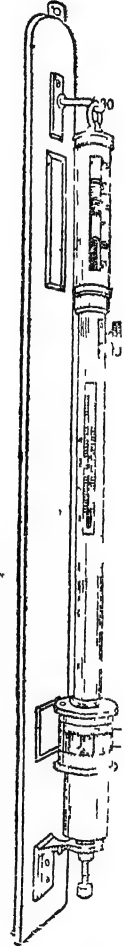


चित्र ५—पारे का सामान्य बैरोमीटर

मापक द्वारा नापने से ज्ञात होगा, कि नली में बर्तन के पारे के समतल से लगभग ३० इञ्च ऊँचा पारा है। पारे के स्तम्भ की यह ऊँचाई वायुमण्डल का दबाव प्रदर्शित करती है।

(२) फौरटिन्स बैरोमीटर (Fortin's Barometer)

पारे के सामान्य बैरोमीटर में, जिसका वर्णन ऊपर हो चुका है, बर्तन के पारे का समतल तथा नली के पारे का समतल दोनों ही—वायुमण्डल की दशा के परिवर्तनों के अनुसार ऊँचे-नीचे होते रहते हैं। अतएव वायुमण्डल का दबाव ज्ञात करने के लिये दोनों समतलों का विचार करना पड़ता है। वास्तविक दबाव इनका अन्तर होता है। यदि



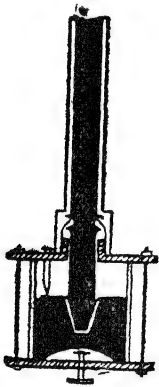
चित्र ६ (अ)

फौरटिन्स
बैरोमीटर

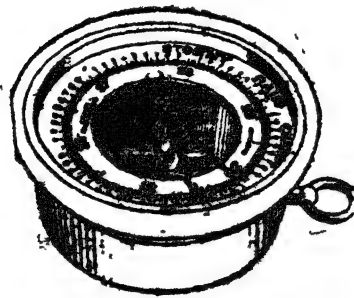
किसी प्रकार बर्तन के पारे का समतल स्थिर रखा जा सके, तो हमें केवल नली के पारे की ऊँचाई ज्ञात करना रह जाय। फौरटिन्स बैरोमीटर में यही सुविधा है। इसमें बर्तन का नितर चमड़े का होता है, जिस स्क्रू द्वारा ऊपर नीचे किया जा सकता है। नली पर इञ्च और सेंटीमीटर के चिह्न अंकित रहते हैं। जैसा कि चित्र ६ से स्पष्ट होगा बैरोमीटर के निचले भाग में हाथी-दाँत की नोक लगी रहती है। बैरोमीटर के अंक इसी नोक से शुरू होते हैं, अर्थात् नोक पर शून्य का चिह्न होता है। दबाव नापने से पहले नीचे के स्क्रू को इस प्रकार घुमाया जाता है कि बर्तन का पारा हाथीदाँत की सुई की नोक का स्पर्श करने लगे।

(३) अनेरोयड बैरोमीटर

इस बैरोमीटर में पारा अथवा अन्य किसी द्रव का उपयोग नहीं होता। इसका सबसे बड़ा गुण यह है कि इसे सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाया जा सकता है। यह धातु का वृत्ताकार ऐसा डिब्बा होता है, जिसमें से कुछ हवा निकाली गई हो। इसमें ऐसी व्यवस्था रहती है, कि वायुमण्डल का भार बढ़ने से जब डिब्बे का ऊपरी भाग नीचे दबता है अथवा दबाव घटने से



चित्र ६ (ब) फौरटिन्स
बैरोमीटर का निचला भाग



चित्र ७—अनेरोयड बैरोमीटर

जब वह ऊपर उठता है, तब उसमें लगी हुई सुई प्रभावित होती है और अंकित मापक पर दबाव प्रदर्शित करती है। (चित्र ७)।

४. बैरोमीटर द्वारा ऊँचाई ज्ञात करना

किसी भी पहाड़ी की चोटी पर तलहटी (Foot) की अपेक्षा वायुमण्डल

का दबाव कम होता है, क्योंकि चोटी पर वायुमण्डल के स्तर की ऊँचाई तलहटी की अपेक्षा कम होती है। चित्र ४ से यह कथन स्पष्ट होगा। अवलोकित तथ्यों से ज्ञात होता है कि प्रत्येक ९ फुट की ऊँचाई पर वायु का दबाव $1/100$ इञ्च घट जाता है। अतएव हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं —

पहाड़ी की ऊँचाई =

$$\frac{\text{तलहटी पर वायु का दबाव (इंचों में) - चोटी पर वायु का दबाव (इंचों में)}}{1/100} \times 9$$

यदि वायुमण्डल का घनत्व सर्वत्र समान होता, तो हम उपर्युक्त सूत्र की सहायता से किसी भी स्थान की ऊँचाई ज्ञात कर सकते थे, किन्तु वास्तविकता यह नहीं है। वायु का घनत्व तापक्रम पर आधारित है और तापक्रम ऊँचाई के साथ घटता जाता है। अतएव हमें वायु का औसत दबाव (क) और औसत तापक्रम (ख) जानना अभीष्ट है —

$$\text{क} = \frac{\text{तलहटी पर वायु का दबाव} - \text{चोटी पर वायु का दबाव}}{2}$$

$$\text{ख} = \frac{\text{तलहटी का तापक्रम} - \text{चोटी का तापक्रम}}{2}$$

तब हम निम्नांकित सारिणी से क और ख के लिये प्रतिकारक का मूल्य ज्ञात करते हैं, जिसे हम ९ के स्थान पर प्रयुक्त करते हैं —

सारिणी

औसत तापक्रम	फ०	३०'	४०	५०	६०	७०'
औसत दबाव	२७ इंच	९.७	९९	१०१	१०३	१०६
"	२८ "	९३	९५	९८	१००	१०२
"	२९ "	९०	९२	९४	९६	९८
"	३० "	८७	८९	९१	९३	९५

निम्नलिखित उदाहरण द्वारा उपर्युक्त कथन स्पष्ट होगा।

उदाहरण—किमी पहाड़ी की तलहटी पर वायु का दबाव और तापक्रम क्रमशः २९ इञ्च और ६०° फ० है तथा उसकी चोटी पर वायु का दबाव और तापक्रम क्रमशः २७ इञ्च और ४०° फ० है। पहाड़ी की ऊँचाई बतलाइये? गणित—

पहाड़ी की तलहटी पर वायु का दबाव = २९ इंच

" चोटी " = २७ इंच

$$\text{औसत दबाव} = \frac{29 + 27}{2} = 28 \text{ इंच}$$

$$\begin{aligned}
 \text{पहाड़ी की तलहटी का तापक्रम} &= ६०^{\circ} \text{ फ}^{\circ} \\
 \text{, , चोटी} &= ४०^{\circ} \text{ फ}^{\circ} \\
 \text{औसत तापक्रम} &= \frac{६० + ४०}{२} = ५०^{\circ} \text{ फ}^{\circ}
 \end{aligned}$$

औसत दबाव (२८ इंच) और औसत तापक्रम ($५०^{\circ} \text{ फ}^{\circ}$) के लिये सारिणी से निर्धारित प्रतिकारक = ९८

पहाड़ी की ऊँचाई

$$= \frac{\text{तलहटी पर वायु का दबाव} - \text{चोटी पर वायु का दबाव}}{१/१००} \times$$

सारिणी से निर्धारित प्रतिकारक ।

$$\begin{aligned}
 &= \frac{२९ - २७}{१/१००} \times ९८ \\
 &= २ \times १०० \times ९८ \\
 &= १९६० \text{ फुट}
 \end{aligned}$$

५ वायुमण्डल की ऊँचाई

यदि वायुमण्डल का घनत्व सर्वत्र समान होता, तब हम वायुमण्डल की ऊँचाई बड़ी सरलता से ज्ञात कर लेते। सागर समतल पर वायु का दबाव २९.९ इंच है तथा वायुमण्डल की ऊपरी सीमा पर दबाव शून्य है। अतएव—

$$\begin{aligned}
 \text{चूँकि } १/१०० \text{ इंच दबाव घट जाता है } ९ \text{ फुट की ऊँचाई पर} \\
 २९.९ \quad \quad \quad , , \quad ९ \times १०० \times २९.९ \\
 = २६, ९१० \text{ फुट} \\
 = ५ \text{ मील से अधिक}
 \end{aligned}$$

किन्तु हम जानते हैं कि वायुमण्डल में हम जितने ऊपर जाते हैं, घनत्व उतना ही कम हो जाता है। इसका कारण यह है कि वायुमण्डल के ऊपरी भाग में सूक्ष्म गैसों से स्थूल गैसों का स्थान ग्रहण कर लेती है। अतएव उपर्युक्त गणित अशुद्ध है।

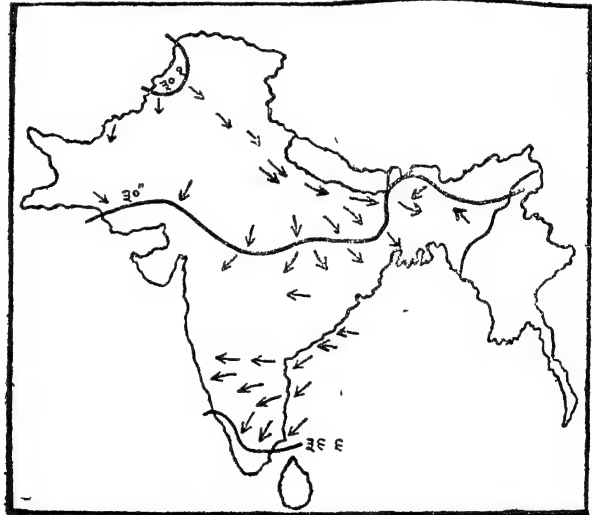
वायुमण्डल की ऊँचाई निश्चित करने में उल्काओं का अध्ययन सहायक सिद्ध हुआ है। उल्का छोटे आकार के ठोस पिण्ड होते हैं, जो ब्रह्माण्ड में विचरा करते हैं। जब वे वायुमण्डल के सस्पर्श में आते हैं, तब वे वायु की रगड़ से उष्ण होकर सफेद हो जाते हैं। १८८ मील की ऊँचाई तक उल्का देखे गये हैं। अतएव कम से कम १८८ मील की ऊँचाई तक वायुमण्डल का विस्तार निश्चित है।

६. दबाव के परिवर्तन

किसी भी स्थान पर वायु का दबाव स्थिर नहीं है। मौसम और ऋतुओं के परिवर्तन के साथ उसमें अन्तर होते रहते हैं। उदाहरण के लिये वर्षा होने के पूर्व दबाव अकस्मात् घट जाता है। इसकी सूचना बैरोमीटर के पारे के अचानक गिर जाने से मिलती है। ऋतुओं के अनुसार दबाव के परिवर्तन की विस्तृत विवेचना अध्याय ३ में की गई है।

७-समभार रेखायें (Isobars)

धरातल की आकृति के विभेदन के कारण किसी सीमित क्षेत्र पर भी वायु का दबाव सर्वत्र एक सा नहीं रहता। मान लीजिये किसी नगर में एक छोटी सी पहाड़ी है। स्पष्ट है, कि इस पहाड़ी की चोटी पर तलहटी की अपेक्षा वायु का दबाव कम होगा। ऐसी दशा में यह प्रश्न उठता है कि हम उस नगर के लिये वायु का दबाव कौनसा मानें—तलहटी का अथवा चोटी का। इस समस्या के समाधान के लिये हम प्रत्येक स्थान के दबाव को सागर-समतल के दबाव में परिणत कर लेते हैं और ऋतु-चित्रों में सागर-समतल पर परिणत दबाव ही प्रयोग में लाया जाता है। यह कथन एक उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिये किसी



चित्र ८—भारतवर्ष की जनवरी की समभार रेखायें

नगर में तीन ऐसे स्थान हैं जिनकी ऊँचाई क्रमशः ९००, १३५० और १८००

फुट है और जिनका वायुभार क्रमशः २८, २७½ और २७ इंच है। हम यह जानते हैं, कि प्रत्येक ९०० फुट की ऊँचाई पर वायुभार १ इंच घट जाता है। इसे दृष्टि में रखते हुये जब हम उक्त नगर के तीनों स्थानों के वायुभारों को सागरसमतल पर परिणत करते हैं, तब हमें ज्ञात होता है कि उक्त नगर के प्रत्येक स्थान का सागरसमतल का वायुभार २९ इंच है। अतएव समभार रेखा बनाते समय उक्त नगर का वायुभार २९ इंच माना जायगा।

समभार रेखायें वे कल्पित रेखायें हैं, जो उन स्थानों के मिला देने से बन जाती हैं, जिनका सागर समतल पर वायु का दबाव एकसा होता है।

चित्र ८ में भारतवर्ष की जनवरी की समभार रेखायें प्रदर्शित की गई हैं।

८. वायुमण्डल के दबाव और प्रवाहित होनेवाली हवाओं का पारस्परिक सम्बन्ध

(१) दबाव और वायु की दिशा का सम्बन्ध—पृथ्वी के विभिन्न स्थानों के दबाव में अन्तर होने के कारण ही हवायें चलती हैं। हवायें सदैव ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की ओर प्रवाहित होती हैं।

(२) दबाव और वायु का वेग—जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है हवायें दबाव के अन्तर के कारण चलती हैं। उनका वेग इस अन्तर की मात्रा पर निर्भर करता है। यह अन्तर जितना अधिक होता है, वायु का वेग भी उतना ही अधिक होता है। दूसरी ओर यदि यह अन्तर कम होता है, तो वायु भी मन्द होती है। दबाव के अन्तर का ज्ञान समताप रेखाओं की पारस्परिक दूरी से हो जाता है। यदि यह दूरी कम हुई तो दबाव का अन्तर अधिक होता है और यदि यह दूरी अधिक हुई तो दबाव का अन्तर कम होता है। समताप रेखाओं के प्रति समकोण दिशा में मापित वायुमण्डल के दबाव के घटने या बढ़ने के वेग (Rate) को बैरोमीटर की प्रवणता (Barometric Gradient) कहते हैं। यह तो स्पष्ट ही है कि यदि समताप रेखायें पास-पास हुई तो बैरोमीटर की प्रवणता अधिक होगी और हवाओं का वेग अधिक होगा। इसके विपरीत, जब समताप रेखायें दूर-दूर होंगी, तब बैरोमीटर की प्रवणता कम होगी और हवाओं का वेग भी अपेक्षाकृत कम होगा।

(३) हवाओं की दिशा के परिवर्तन—यदि पृथ्वी स्थिर होती तो हवायें सदा समताप रेखाओं के प्रति समकोण बनाती हुई ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की ओर प्रवाहित होती, किन्तु पृथ्वी स्थिर नहीं है और वह अपनी धुरी पर घूमती

रहती है, जिससे हवाओं की दिशा में परिवर्तन हो जाते हैं। हवाओं की दिशा के परिवर्तन निम्नलिखित नियमों के अनुसार होते हैं —

(क) फैरल का नियम।

(ख) बाइज बेल्ट का नियम।

इन दोनों नियमों का सारांश एक ही है।

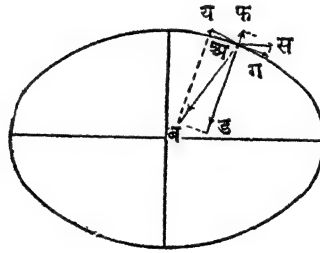
(क) फैरल का नियम

परिभाषा—पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने के कारण उत्तरी गोलार्द्ध में हवाएँ अपने दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में अपने बायीं ओर घूम जाती हैं।

इस नियम को गणित द्वारा सिद्ध किया जा सकता है।

गणितीय प्रमाण

पृथ्वी ध्रुवों पर चपटी है, अतएव उसकी आकृति दीर्घवृत्ताकार (Elliptical) है, जैसा कि चित्र ९ में प्रदर्शित किया गया है। मान लीजिये भूपृष्ठ पर अ बिन्दु पर एक कण स्थिर है। जब पृथ्वी घूमती है, तब इस कण पर दो बल लगते हैं —



चित्र ९—दबाव और ऊँचाई का सम्बन्ध

(१) केन्द्राभिमुखी बल (Centripetal Force) अ ब दिशा में लगता है।

(२) केन्द्रापसारि बल (Centrifugal Force) अ स दिशा में लगता है।

बलों के समानान्तर चतुर्भुज के सिद्धान्त (Law of parallelogram of forces) के अनुसार—अ स बल को अ ग एव अ फ नामक दो बलों में, जो

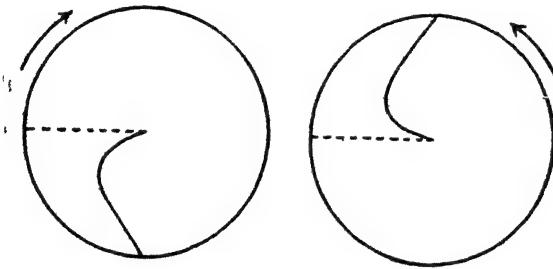
एक दूसरे के प्रति समकोण बनाते हैं, विश्लिष्ट किया जा सकता है। इसी प्रकार अ व बल को भी अ ड और अ य नामक दो बलों में, जो परस्पर समकोण बनाते हैं, विश्लिष्ट किया जा सकता है।

जब कण अ बिन्दु पर स्थिर होता है, तब—अ फ बल अ ड बल को सम-तुलित कर लेता है तथा अ य बल अ ग बल को समतुलित कर लेता है।

यदि हम अब कण को पूर्व दिशा में गति प्रदान करें, तो केन्द्रापसारी बल अ स बढ़ जायगा। उसके साथ ही अ फ और अ ग बल भी बढ़ जायेंगे। अ फ बल के बढ़ने से कण का भार घट जाता है क्योंकि वह गुहत्वाकर्षण के विपरीत दिशा में लगता है। अ ग बल के बढ़ जाने से कण को विषुवत रेखा की दिशा में गति मिलती है। इस प्रकार कण पूर्व दिशा में गतिशील न होकर दक्षिण पूर्व की ओर गतिशील होता है। अन्य शब्दों में वह दाहिनी ओर मुड़ जाता है।

प्रयोग द्वारा पुष्टि

ग्रामोफोन के रिकार्ड के बराबर दफती का एक वृत्ताकार टुकड़ा काट लीजिये और उसके बीच में रिकार्ड की तरह छेद भी कर दीजिये, जिससे उसे रिकार्ड के स्थान पर प्रयुक्त किया जा सके। जब वह दफती का टुकड़ा रिकार्ड के स्थान

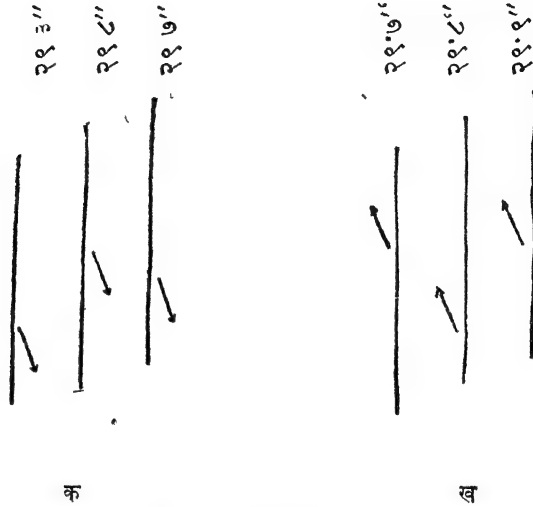


चित्र १०—फैरल के नियम की प्रायोगिक पुष्टि

पर घूमने लगे, तब उसके मध्य बिन्दु से परिधि की ओर किसी भी दिशा में पेसिल से त्रिज्या खींचिये। आप देखेंगे कि यह त्रिज्या सीधी न बनकर चित्र १० के अनुसार घूम जायगी। यदि कार्ड के घूमने की दिशा, चित्र १० (क) के अनुसार हुई, तो रेखा दाहिनी ओर मुड़ जायगी। यदि कार्ड के घूमने की दिशा चित्र १० (ख) के अनुसार हुई तो रेखा बायीं ओर मुड़ जायगी। चित्र १० (क) में कार्ड का मध्य बिन्दु ऊपर से देखने से उत्तरी ध्रुव का द्योतक है। चित्र १० (ख) में कार्ड का मध्य बिन्दु नीचे से देखने से दक्षिणी ध्रुव का द्योतक है।

(ख) बाइज बैलट का नियम (Buys Ballot's law)

चित्र ११ में समझा रेखाये और फैरल के नियम के अनुसार वायु की दिशा प्रदर्शित की गई है। इस चित्र के अध्ययन में यह नियम बनाया जा सकता है —



चित्र ११—बाइज-बैलट का नियम

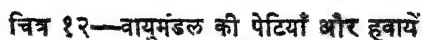
‘वायु की ओर पीठ करके खड़े हो जाइये, यदि आप उत्तरी गोलार्द्ध में हैं, तब आपके दाहिनी ओर अधिक दबाव होगा और बायी ओर कम; यदि आप दक्षिणी गोलार्द्ध में हैं, तब आपके दाहिनी ओर कम दबाव होगा और बायी ओर अधिक।’

यही बाइज बैलट का नियम है। वास्तव में यह नियम फैरल के सिद्धान्त का रूपान्तर मात्र है।

भूपृष्ठ पर वायु के दबाव का सामान्य वितरण

ससार का जलवायु बहुत अशो मे वायु के दबाव के वितरण पर निर्भर है। पूर्व प्रकरण मे यह उल्लेख हो चुका है कि वायु सदैव ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की दिशा मे प्रवाहित होती है। वायु की केवल दिशा ही नहीं, वरन् वेग भी हवा के दबाव पर निर्भर है। दो स्थानो के दबाव मे जितना अधिक अन्तर होगा, उनके बीच मे प्रवाहित होनेवाली वायु का वेग भी उतना ही तीव्र होगा। इसकी व्याख्या भी पूर्व में हो चुकी है। किसी स्थान मे होनेवाली वर्षा वहाँ पर चलने-वाली वायु पर निर्भर है और वायु दबाव पर अवलम्बित है अतएव वर्षा दबाव से ही निर्धारित होती है।

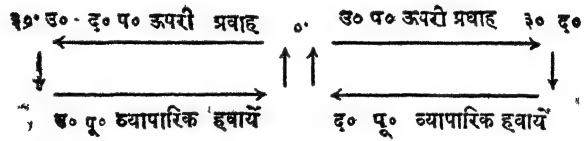
(१) स्थायी निम्न वायु भार की विषुवतीय पट्टी (The equatorial belt of permanent low pressure) — इसका विस्तार ५° उ० से लेकर ५° द० अक्षांश तक है। इस कटि-बन्ध में सूर्य की किरणें प्रायः वर्षभर लम्बवत् पड़ती हैं ताप के आधिक्य से यहाँ की वायु गरम होकर फैलती है, फैलने



2

है। अतएव इस कटिबन्ध में वायु सदैव ऊपर उठती रहती है, जिससे सदैव दबाव रीचा रहता है। वायु के ऊपर उठने से इस प्रदेश में वर्ष भर सवाहन की वर्षा होती है। ऊपर उठती हुई वायु चलती हुई नहीं मालूम होती अतएव यह कटिबन्ध शान्त है। इसे 'डोलड्रम' भी कहते हैं। प्राचीन काल में जब पालदार जहाज इस शान्त पेटो में पड़ जाते थे तो उन्हें यात्रा में बहुत समय लग जाता था।

(२) स्थायी उच्च वायुभार की उष्णप्रदेशीय पेटियाँ (The Tropical belts of permanent high pressure)—विषुवतीय कटिबन्ध की वायु वायुमण्डल में ऊपर जाकर, ध्रुवों की ओर प्रवाहित होने लगती है और ३०° और ३५° अक्षांश के बीच में दोनों गोलार्द्धों में नीचे उतरती है (चित्र १३)। वायु के नीचे उतरने से उसका घनत्व बढ़ जाता है, जिससे दबाव की मात्रा भी



चित्र १३—वायु के संवाहन का प्रवाह

बढ़ जाती है। अतएव भूमध्यरेखा के उत्तर और दक्षिण में ३०° और ३५° अक्षांश के बीच में ऊँचे दबाव के कटिबन्ध हैं। ये भी शान्त प्रदेश हैं। उत्तरी गोलार्द्ध के इस शान्त प्रदेश को 'घोड़े का अक्षांश' (Horse Latitude) भी कहते हैं। इसका कारण यह है कि जब योरोप निवासी अमरीका में बस रहे थे, तब वहाँ घोड़े भी जहाजों पर लादकर ले जाते थे। जब ये पालदार जहाज शान्त हवा की पेटो में पड़ जाते थे, तब उन्हें यात्रा में बहुत समय लग जाता था। कभी-कभी मार्ग में चारा-पानी कम हो जाता था, तो घोड़े समुद्र में फेंक दिये जाते थे।

(३) स्थायी उच्च वायुभार की ध्रुवीय पेटियाँ (The Polar belts of permanent high pressure)—ध्रुवीय प्रदेश में वर्ष भर बर्फ जमी रहती है, जिससे वहाँ दबाव स्थायी रूप से ऊँचा रहता है।

दृष्टव्य—शीतोष्ण कटिबन्ध में ६०° उ० और ६०° के निकट निम्न दबाव की दो पेटियाँ और हैं। ये पेटियाँ विषुवतीय निम्न दबाव की पेटियों से सर्वथा भिन्न हैं। इन पेटियों में चक्रवातों के चलने से दबाव कम है। यद्यपि इन पेटियों में वर्ष भर का औसत दबाव कम है, तथापि वास्तव में ये कम दबाव के प्रदेश उसी समय होते हैं, जब इनमें चक्रवात चला करते हैं।

२. सनातन हवाये

उपर्युक्त पेटियों के अध्ययन द्वारा यह सरलता से निश्चित किया जा सकता है कि सनातन हवाये किस क्षेत्र में और किस दिशा में प्रवाहित होगी। इस संबंध में हमें केवल दो बातें ध्यान में रखनी हैं —

(१) वायु सदैव ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की ओर प्रवाहित होती है।

(२) फ़ैरल के नियम के अनुसार पृथ्वी के घूमने से उत्तरी गोलार्द्ध की हवाये अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध की हवाये अपनी बायी ओर मुड़ जाती हैं। यह अवश्य है कि विषुवतीय प्रदेश की अपेक्षा ध्रुवों के निकट वायु अधिक मुड़ती है क्योंकि वहाँ भूमध्य रेखा की तुलना में परिभ्रमण का वेग बहुत अधिक होता है।

उष्णप्रदेशीय अधिक दबाव के कटिबन्ध से हवाये विषुवत् रेखा के कम दबाव के प्रदेश की ओर प्रवाहित होती हैं। उत्तरी गोलार्द्ध में इन हवाओं की दिशा उ० पू० से द० पू० होती है और दक्षिणी गोलार्द्ध में द० पू० से उ० पू०। इन्हें व्यापारिक हवाये (**Trade Winds**) कहते हैं।

उष्णप्रदेशीय अधिक दबाव के कटिबन्ध से हवाये उत्तरी गोलार्द्ध में उत्तर की ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में दक्षिण की ओर भी चलती हैं। फ़ैरल के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में इनकी दिशा द० पू० से उ० पू० और दक्षिणी गोलार्द्ध में उ० पू० से द० पू० हो जाती है। इन्हें पछुवा हवाये (**Westerlies**) कहते हैं।

ध्रुवों के अधिक दबाव के प्रदेश से भी हवाये उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिण की ओर और द० गोलार्द्ध में उत्तर की ओर चला करती हैं। फ़ैरल के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में इनकी दिशा उ० पू० से द० पू० तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में द० पू० से उ० पू० हो जाती है। इन हवाओं को ध्रुवीय पुरवैया (**Polar Easterlies**) कहते हैं। शीतोष्ण कटिबन्ध में ध्रुवीय पुरवैया हवाये और पछुवा हवाये परस्पर विपरीत दिशा से एक दूसरे के सम्पर्क में आती हैं। इनके मिलने से चक्रवात बनते हैं।

३. ऋतुओं के अनुसार वायुभार की पेटियों के विवर्तन

यदि पृथ्वी की धुरी २३½° झुकी न होती, तो सूर्य की किरणें विषुवत् रेखा पर वर्ष भर लम्बवत् पड़ती। ऐसी दशा में दबाव की पेटियाँ स्थायी रहती और उनकी स्थिति में कोई परिवर्तन न होता। किन्तु जैसा कि हम जानते हैं, जब

उत्तरी गोलार्द्ध में ग्रीष्म ऋतु होती है, तब सूर्य की किरणे कर्क रेखा पर लम्बवत् पड़ती हैं, दूसरी ओर जब उत्तरी गोलार्द्ध में जाड़ा होता है, तब सूर्य की किरणे मकर रेखा पर लम्बवत् पड़ती है। सूर्य की किरणों की गति के साथ-साथ दबाव की पेटियाँ भी खिसकती हैं, किन्तु उतना नहीं। उत्तरी गोलार्द्ध की ग्रीष्म ऋतु में विषुवतीय कम दबाव की पेटि विषुवत रेखा के कुछ ही अंश उत्तर में रहती है। इसी प्रकार दक्षिणी गोलार्द्ध के ग्रीष्म में यह पेटि विषुवत रेखा के कुछ अंश दक्षिण में खिसक जाती है।

(१) उत्तरी गोलार्ध का जाड़ा

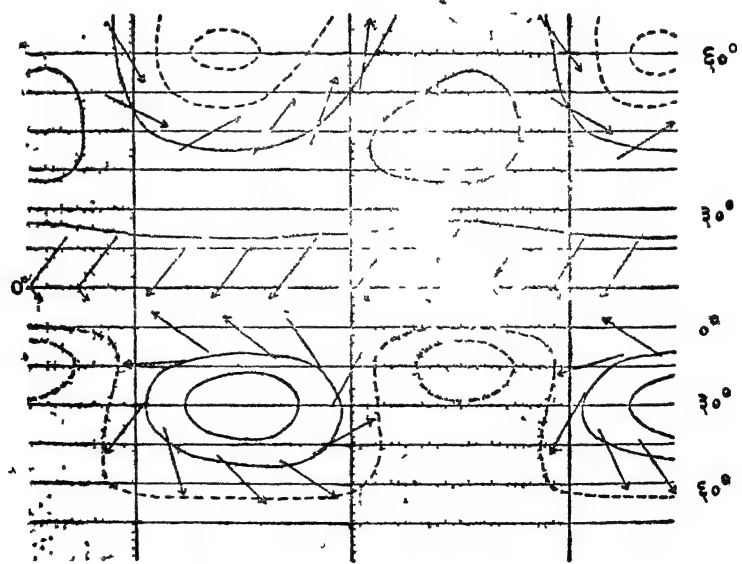
जब उत्तरी गोलार्द्ध में जाड़े की ऋतु होती है, तब वहाँ का स्थल निकटवर्ती महासागर-जल की तुलना में बहुत अधिक ठण्डा हो जाता है, जिससे वह ऊँचे दबाव (High Pressure) का क्षेत्र बन जाता है, अतएव उष्णप्रदेशीय अधिक दबाव की पेटि (Tropical H. P. Belt) एशिया और अमरीका पर उत्तर दिशा में फैल जाती है।

स्थल

जल

स्थल

जल

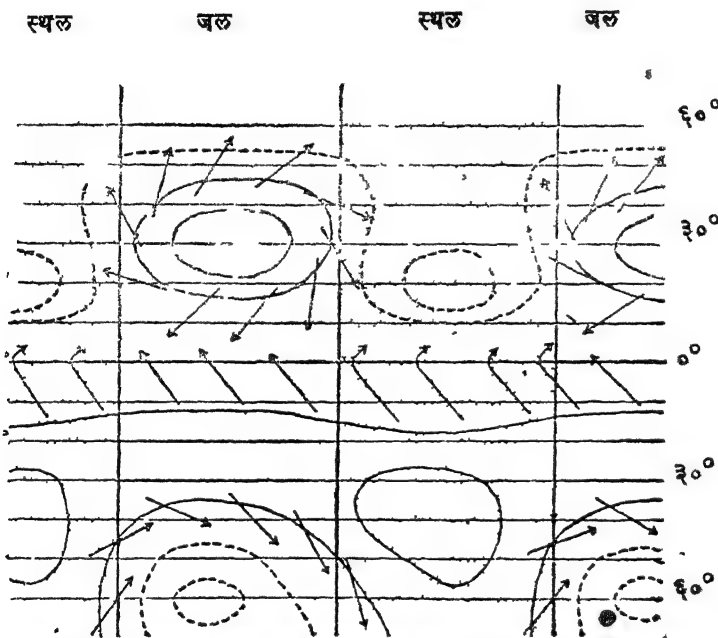


चित्र १४—जनवरी में जल और स्थल के ऊपर वायुभार की दशा

यही काल दक्षिणी गोलार्द्ध का ग्रीष्म होता है। अतएव दक्षिणी गोलार्द्ध में स्थलखण्ड जल की अपेक्षा कहीं अधिक गरम हो जाते हैं। वे कम दबाव के क्षेत्र बन जाते हैं। इसका प्रभाव दक्षिणी गोलार्द्ध की उष्ण-प्रदेशीय अधिक दबाव की पट्टी (**Tropical H. P. Belt**) पर यह पड़ता है, कि वह द० अमरीका, अफ्रीका और अस्ट्रेलिया में लुप्त हो जाती है।

(२) उत्तरी गोलार्ध का ग्रीष्म

इसकी दशाये जाडो के विपरीत होती हैं। चित्र १५ से यह कथन स्पष्ट होगा।



चित्र १५—जुलाई में जल और स्थल के ऊपर वायुभार की दशा

४. वायुभार के वितरण का जलवायु पर प्रभाव

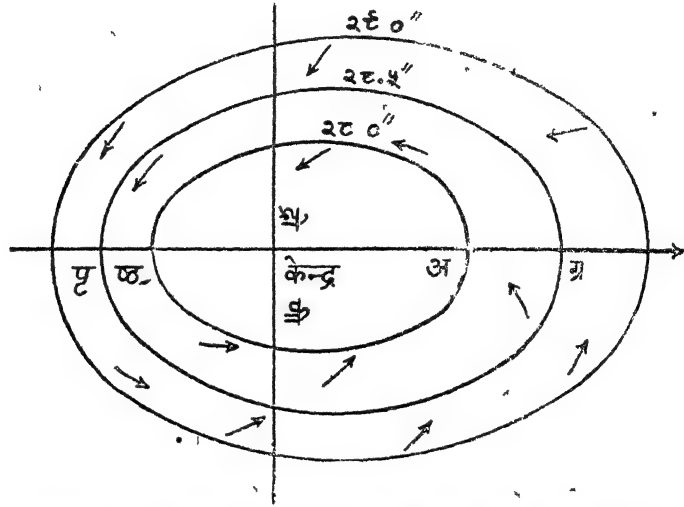
वायुभार का वितरण अनेक अंशों में जलवायु को निर्धारित करता है। इस कथन की पुष्टि के लिये कुछ उदाहरण नीचे दिये जा रहे हैं—

(१) डोलड्रम के प्रदेश में वायु गरम होकर ऊपर उठती है। ऊपर जाने पर उसकी जलवाष्प द्रवीभूत होती है और वर्षा के रूप में नीचे गिरती है। अतएव इस कटिबन्ध में सालभर वर्षा होती है और बादल छाये रहते हैं।

(२) अश्व-अक्षांश (**Horse Latitude**) पर हवाये ऊपर से नीचे उतरती हैं, जिससे वे सूखी होती हैं। यही कारण है कि इन क्षेत्रों में वर्षा नहीं होती और आसमान खुला रहता है।

(३) ध्रुवों के अधिक दबाव के प्रदेश से शीतोष्ण कटिबन्ध की ओर हवा चलती है। लगभग ६०° अक्षांश पर ये हवाये पछुवा हवाओं के सम्पर्क में आती हैं। इन दोनों वायुराशियों के मिलने से 'चक्रवात' (**Cyclones**) अस्तित्व में आते हैं। इन चक्रवातों के कारण शीतोष्ण कटिबन्ध की ऋतुओं में परिवर्तन होते रहते हैं।

(३) **हवायें**—चक्रवात के मध्य में दबाव सबसे कम होता है अतएव चारों ओर से हवायें चक्रवात के मध्य की ओर प्रवाहित होती हैं। ये हवायें फौरन के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं। चित्र १७ से स्पष्ट होगा, कि चक्रवात के मध्य में हवाओं की भँवर बन जाती है।



चित्र १७—चक्रवात में समभार रेखाओं की व्यवस्था और हवायें

सबसे कम दबाव चक्रवात के ठीक बीचोबीच नहीं होता, वरन् कुछ पीछे की ओर होता है (चित्र १७)। फिर भी उस बिन्दु को चक्रवात का केन्द्र कहते हैं। चक्रवात के अगले भाग की अपेक्षा पिछले भाग में समभार-रेखाएँ प्रायः पास-पास होती हैं। अतएव वहाँ वायु का वेग भी अधिक होता है। बहुधा चक्रवात के पिछले भाग की हवायें अगले भाग की अपेक्षा छोटा कोण बनाती हैं।

(४) **गति (क) दिशा**—चक्रवात बहुत कम स्थिर रहते हैं। प्रायः वे प्रवाहित होने वाली वायु की दिशा में चलते रहते हैं। यही कारण है, कि उत्तरी-पश्चिमी योरप के अधिकांश चक्रवात पूर्व की ओर अग्रसर होते हैं। व्यापारिक वायु के कटिबन्ध में इनकी गति पश्चिम की ओर होती है। जब ये उष्णप्रदेशीय पछुवा हवाओं की पेटी में प्रवेश करते हैं, तब इनकी दिशा में परिवर्तन हो जाता है और वे प्रवाहित होने वाली वायु के अनुसार पूर्व की ओर चलने लगते हैं।

(ख) वेग—चक्रवातो के गति-वेग में बड़े अन्तर पाये जाते हैं। शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात १५ मील प्रति घण्टा से लेकर ४० मील प्रति घण्टा के वेग से चलते हैं। उष्ण प्रदेशीय चक्रवातो का गति-वेग और भी कम होता है। वे प्रति घण्टे २ मील से लेकर १० मील तक चलते हैं। •

यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना उचित होगा कि चक्रवात में प्रवाहित होनेवाली हवाओं की गति और स्वयं चक्रवात की गति दो नितान्त भिन्न वस्तुएँ हैं। उन हवाओं से जो उसके केन्द्र के चारों ओर चलती हैं, चक्रवात की गति का कोई भी सम्बन्ध नहीं है। यद्यपि उष्ण-प्रदेशीय चक्रवातो का गति-वेग शीतोष्ण कटि-बन्ध के चक्रवातो से कम होता है तथापि उनके अन्दर प्रवाहित होनेवाली हवाओं का वेग शीतोष्ण चक्रवातो की हवाओं से कहीं अधिक होता है।

(५) ऋतु सम्बन्धी दशायें—चक्रवातो की ऋतु सम्बन्धी दशाओं का अध्ययन करने के पूर्व हमें कुछ विशेष शब्द जान लेना आवश्यक है —

चित्र १७ में एक चक्रवात प्रदर्शित किया गया है। इसमें अकित तीर उसकी गति की दिशा प्रदर्शित करते हैं। चक्रवात में सबसे कम दबाव का बिन्दु उसके ठीक बीचो-बीच नहीं है, बल्कि उसके मध्य-बिन्दु से कुछ पीछे हटा हुआ है। फिर भी उसे हम चक्रवात का केन्द्र कहते हैं। यदि हम चक्रवात के केन्द्र से होती हुई एक ऐसी रेखा खींचें जो उसकी गति की दिशा के प्रति-समकोण बनाती हो, तो हम उसे 'द्रोणी' (Trough) कहेंगे। द्रोणी-रेखा के आगे के भाग को हम अग्र (Front) कहते हैं और पिछले भाग को पृष्ठ (Back)।

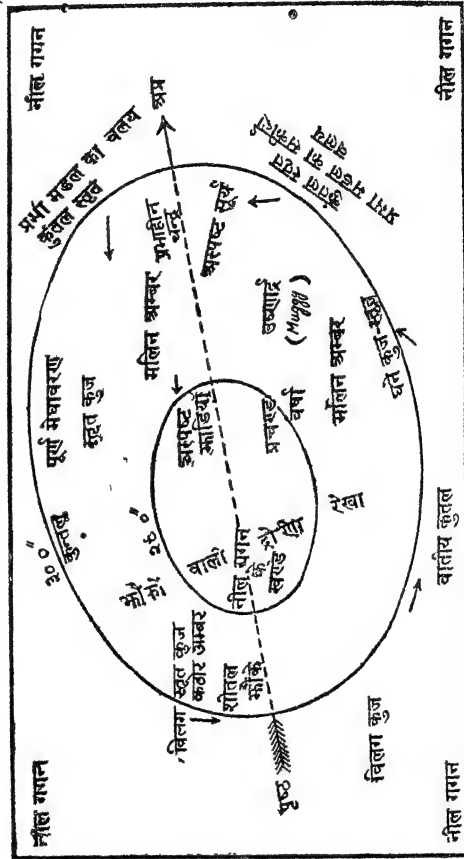
चित्र १८ (अ) में चक्रवात की सामान्य ऋतु-दशायें प्रदर्शित की गई हैं।

(६) शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात—(Temperate Cyclones)—इनकी रचना, आकृति, आकार, समभार रेखाओं की व्यवस्था आदि को विवेचना ऊपर की पक्तियों में हो चुकी है।

(क) दबाव के परिवर्तन—जब किसी स्थान से शीतोष्ण चक्रवात गुजरता है, तब वहाँ के दबाव में परिवर्तन होते हैं। चित्र १८ (ब) में एक चक्रवात प्रदर्शित किया गया है। इस चित्र में क स्थान पर २९ इंच का दबाव है। जैसे-जैसे चक्रवात तीर की दिशा में आगे बढ़ता है, वैसे-वैसे एक के बाद दूसरी समभार रेखा 'क' से गुजरती है। यह तो स्पष्ट ही है कि २९ इंच की समभार रेखा के गुजर जाने के बाद क्रमशः कम भार की रेखाएँ आती हैं। यह क्रम तब तक चलता है, जब तक चक्रवात का केन्द्र 'क'—स्थान पर नहीं आ जाता। केन्द्र के गुजरते ही वायु-भार पुनः बढ़ने लगता है।

अब हम 'ख' स्थान का विचार करेंगे, जो केन्द्र के पथ में नहीं पड़ता है। चक्रवात के चलने से यहाँ भी दबाव क्रमशः घटेगा यह क्रम उस समय तक

चलता रहेगा जब तक द्रोणी-रेखा नहीं आ जाती। द्रोणी-रेखा के गुजरते ही दबाव फिर बढ़ना शुरू होगा।



चित्र १८ (अ) चक्रवात में कटु सम्बन्धी दशाये

चित्र १८ (ब) — चक्रवात के गतिशील होने से क एवं ख स्थानों में होने वाले वायुभा के उत्तरोत्तर परिवर्तनों की तुलना।

जब हम क और ख दोनों स्थानों के दबाव के परिवर्तन की तुलना करते हैं, तब हमें विदित होता है, कि 'क' स्थान की अपेक्षा 'ख' स्थान में दबाव का पतन (Fall) कम होता है। अन्य शब्दों में, जो स्थान चक्रवात के केन्द्र के पथ में पड़ते हैं, उनमें दबाव का परिवर्तन सबसे अधिक होता है।

(ख) **हवायें**—इनकी विवेचना पूर्व में हो चुकी है। चारों ओर से हवायें केन्द्र की ओर प्रवाहित होती हैं। फ़ैरल के नियम के अनुसार ये हवायें उत्तरी गोलार्द्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं। इस प्रकार केन्द्र के चारों ओर हवाओं का भँवर बन जाता है। चक्रवात के अग्र-भाग की अपेक्षा पृष्ठ में समभार रेखायें परस्पर निकट होती हैं, अतएव अग्र की अपेक्षा पृष्ठ में हवाओं का वेग अधिक होता है। बहुधा चक्रवात के पृष्ठ की हवायें अग्र की अपेक्षा छोटा कोण बनाती हैं।

(ग) **वर्षा एवं मेघ**—चक्रवात के आगमन की सूचना आकाश में कुतल मेघों के आगमन से मिलती है। इसके अनन्तर कुतल-स्तुत मेघ दृष्टिगोचर होते हैं। बहुधा ऐसा होता है, कि ये बादल पूर्णतः लुप्त हो जाते हैं और आसमान खुल जाता है, जिससे वर्षा की संभावना नहीं प्रतीत होती, किन्तु कुछ ही घण्टों के बाद आसमान में बादलों का एक पतला और सफ़ेद आवरण छा जाता है जिससे वह दूधिया (Milky) हो जाता है। इस समय, यदि दिन होता है, तो सूर्य के चारों ओर और यदि रात होती है तो चन्द्रमा के चारों ओर प्रभा मण्डल (Halo) दिखाई देता है। प्रायः यह प्रभामण्डल स्वेत वर्ण का होता है किन्तु कभी-कभी रंगीन भी हो सकता है। काले रंग के काँच में इसका प्रतिबिम्ब देखा जा सकता है। जैसे-जैसे चक्रवात निकट आता है, वैसे-वैसे मेघों के आवरण की मोटाई बढ़ती जाती है। अन्त में ऐसी अवस्था आ जाती है, जब आसमान बादलों से पूर्णरूप से ढक जाता है। उस समय वर्षा की मात्रा और वायु का वेग दोनों ही बढ़ जाते हैं। केन्द्र के तनिक आगे प्रचण्ड वर्षा (Driving Rain) होती है और हवायें बड़ी तीव्र होती हैं।

द्रोणी के गुजर जाने के बाद ऋतु-सम्बन्धी दशाये दर्शक की स्थिति के अनुसार भिन्न होती है। हम दो विशेष स्थितियों की विवेचना करेंगे —

(१) मानलीजिये दर्शक की स्थिति तीर के दक्षिण में है। ऐसी दशा में द्रोणी के गुजरने के बाद, चक्रवात का चतुर्थ खण्ड (Quadrant) आयेगा। द्रोणी के गुजरते ही हवा के भयानक झोके आते हैं और वर्षा का घनी बौछार होती है। ये झोके लगातार नहीं आते हैं—बीच-बीच में हवा शान्त रहती है। दो झोकों के बीच के शान्तकाल में कभी-कभी वायु की दिशा में अकस्मात् परिवर्तन हो जाता है। ये परिवर्तन विशेषकर महासागरो में बड़े खतरनाक सिद्ध होते हैं।

वायु की दिशा-परिवर्तन के अनन्तर मेघ खण्डित होने लगते हैं और धीरे-धीरे आसमान खुल जाता है। कुछ देर के लिये पश्चिम की ओर से कुछ मेघ आते हुए दिखाई देते हैं। जैसे-जैसे एक एक मेघ दर्शक के ऊपर आता है, वैसे-वैसे हवा का भयानक झोका आता है और उसके साथ ही साथ पानी अथवा ओलों

की घनी वृष्टि होती है। किन्तु धीरे-धीरे झोको के मध्य का शान्तिकाल बढ़ने लगता है और कालान्तर में झोके पूर्णतः लुप्त हो जाते हैं, वायुमण्डल शान्त हो जाता है और आसमान खुल जाता है।

(२) दूसरी दशा वह है जब दर्शक केन्द्र के उत्तर में होता है इस दशा में द्रोणी के गुजरने के बाद चक्रवात का तीसरा खण्ड (Quadrant) आता है इस दशा में पूर्वावर्त आकस्मिक ऋतु-परिवर्तन नहीं होता। द्रोणी के गुजर जाने के बाद भी काफी समय तक बादल छाये रहते हैं और वर्षा भी होती रहती है। धीरे-धीरे बादल भग हो जाते हैं और वर्षा भी समाप्त हो जाती है, किन्तु आसमान इतनी जल्दी नहीं खुलता, जितना चक्रवात के दक्षिणी भाग में।

(घ) तापक्रम—चक्रवात में तापक्रम के परिवर्तन ऋतु और पहर के अनुसार भिन्न होते हैं। जाड़ों में अग्रभाग अपेक्षाकृत उष्ण रहता है, पृष्ठ भाग ठण्डा होता है और उसमें पाला भी पड़ता है। गर्मियों के ऋतुपरिवर्तन बहुत कुछ पूर्व दिनों की ऋतु के अनुसार होते हैं। यदि धूपदार (Sunny) और गरम ऋतु के बाद चक्रवात आता है, तो आसमान का बादलों से ढक जाना ही तापक्रम के पतन का कारण होता है। तापक्रम घट जाने पर भी गरमी कष्ट-दायक (Oppressive) होती है। अग्रभाग में प्रायः सदैव उष्णान्द्र ऋतु (Muggy) रहती है। पृष्ठ में आसमान खुला रहता है, जिससे सौर ताप का पूर्ण प्रभाव पड़ता है। यद्यपि गर्मियों में यह उष्ण रहता है तो भी इसमें शीतल समीर चला करती है। संक्षेप में पृष्ठ में ताजा मौसम (Fresh Weather) रहता है।

(ङ) उष्णप्रदेशीय चक्रवात (Tropical Cyclones)

(अ) विशेषतायें—उष्ण प्रदेशीय चक्रवात शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों से अनेक अर्थों में भिन्न होते हैं —

(१) शीतोष्ण चक्रवात की अपेक्षा उष्णप्रदेशीय चक्रवात का क्षेत्रफल बहुत कम होता है।

(२) शीतोष्ण चक्रवात की अपेक्षा उष्ण-प्रदेशीय चक्रवात का गतिवेग बहुत कम होता है।

(३) उष्णप्रदेशीय चक्रवात बहुधा पश्चिम की ओर चलते हैं क्योंकि वे व्यापारिक हवाओं की पेटों में आते हैं। शीतोष्ण चक्रवात पूर्व की ओर चलते हैं क्योंकि वे पछुवा हवाओं की पेटों में आते हैं।

(४) शीतोष्ण चक्रवात की अपेक्षा उष्णप्रदेशीय चक्रवात में समताप रेखाएँ परस्पर निकट होती हैं, अतएव इनमें हवाओं का वेग अपेक्षाकृत अधिक होता है और वर्षा भी अधिक होती है।

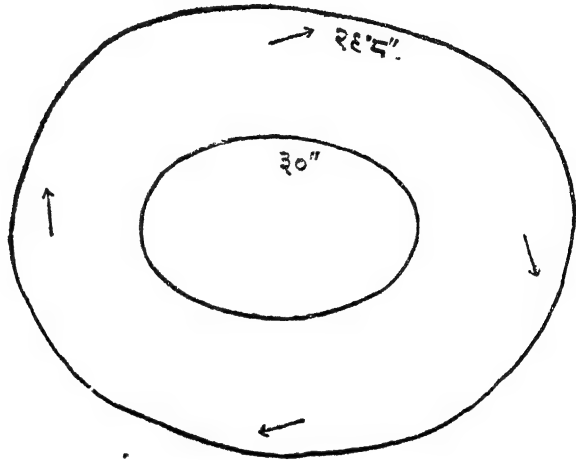
(६) उष्ण प्रदेशीय चक्रवात के प्रत्येक भाग में तापक्रम और वर्षा का वितरण प्रायः सर्वत्र समान होता है। शीतोष्ण चक्रवात के अग्र और पृष्ठ भाग में तापक्रम और वर्षा में अन्तर होता है।

(८) चक्रवाता की उत्पत्ति—इसके अध्ययन के लिये 'भूसैद्धान्तिकी' के नवम प्रकरण का प्रथम अंश देखिये ।

(१) समभार रेखाओं की आकृति और व्यवस्था

जैसा कि इसके नाम से विदित होता है, प्रति-चक्रवात चक्रवात का उल्टा है। यह वृत्ताकार अथवा दीर्घ वृत्ताकार समभार-रेखाओं की ऐसी व्यवस्था है, जिसके बीच में दबाव सबसे अधिक होता है और बाहर की ओर क्रमशः घटता जाता है।

(२) **हवायें**—प्रतिचक्रवात में सबसे अधिक दबाव बीच में होता है, अतएव इसमें हवायें केन्द्र से बाहर की ओर प्रवाहित होती हैं। ये हवायें फेरल के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं।



चित्र २०—प्रतिचक्रवात

चक्रवात की अपेक्षा प्रतिचक्रवात में समभार रेखाएँ दूर-दूर होती हैं, विशेषकर केन्द्र के निकट, अतएव इसमें चलनेवाली हवायें हल्की होती हैं। केन्द्र के निकट शान्त-प्रदेश होता है जहाँ अनेक हल्की और परिवर्तनशील हवायें चलती हैं। प्रतिचक्रवात का सबसे उल्लेखनीय गुण केन्द्र का शान्त होना है।

प्रति चक्रवात के शान्त प्रदेश में स्थानीय हवायें जैसे जल और स्थल समीर (Land and sea Breezes), पर्वत और घाटी की हवायें आदि अनुभव का जा सकती हैं। चक्रवात के केन्द्र में यह संभव नहीं है। प्रतिचक्रवात की बाहरी सीमा पर हवायें नियमित (Steady) होती हैं और निश्चित दिशा में चलती हैं यद्यपि वे हल्की होती हैं।

(३) **गति**—चक्रवात किसी निश्चित पथ पर नहीं चलता। वह किसी भी दिशा में जा सकता है, वह किसी भी दिशा में फँस सकता है और फिर सिकुड़ सकता है और वह कई दिन तक एक ही स्थान पर स्थिर रह सकता है। कभी-कभी ऐसा होता है कि धीरे-धीरे उसकी तीव्रता घटती जाती है और कालान्तर में वह लुप्त हो जाता है।

(४) **ऋतु सम्बन्धी दशायें**—इसका उल्लेख तो ऊपर हो ही चुका है कि

प्रतिचक्रवात 'के मध्य में शान्त प्रदेश होता है, जिसमें स्थानीय हवाओं और स्थानीय वर्षा का अनुभव होता है। सामान्यतः प्रति-चक्रवात में दिन में मौसम सुन्दर और सुहावना होता है और रात में शीतल और शान्त।

प्रति-चक्रवात एक ही स्थान पर कई दिन तक और कभी-कभी हफ्तों स्थिर रहते हैं। इसमें मौसम सुहावना होता है और मध्यभाग में तेज हवाएँ कभी नहीं चलती। कभी-कभी हल्की बूँदें पड़ जाती हैं किन्तु वर्षा बहुत कम होती है।

योरप में दो प्रकार के प्रति-चक्रवात पाये जाते हैं—(१) मेघ रहित तथा (२) मेघाच्छादित। गर्मियों में प्रथम श्रेणी के प्रतिचक्रवातों की प्रमुखता रहती है। इनमें दोपहर में सूर्य के उज्ज्वल प्रकाश का अनुभव किया जाता है, दोपहर के बाद थोड़े से बादल भी हो सकते हैं, जो शाम तक लुप्त हो जाते हैं। जाड़ो में द्वितीय श्रेणी के प्रतिचक्रवातों की प्रमुखता रहती है। इनसे थोड़ी वर्षा भी हो जाती है। इनमें बहुधा कुहरा होता है।

प्रतिचक्रवात में प्रायः तापक्रम का उत्क्रमण (Inversion of temperature) पाया जाता है।

चक्रवात की अपेक्षा प्रतिचक्रवात के सम्बन्ध में हमारा आधुनिक ज्ञान बहुत ही सीमित और अपूर्ण है।

३. चक्रवात एवं प्रति चक्रवात का संक्षिप्त तुलनात्मक अध्ययन

चक्रवात

प्रतिचक्रवात

(१) आकृति एवं वायुभार की व्यवस्था

चक्रवात समभार रेखाओं की एक विशेष व्यवस्था है, जिसमें समभार रेखाएँ वृत्ताकार अथवा दीर्घवृत्ताकार होती हैं। इसके बीच में दबाव सबसे होता है और बाहर की ओर क्रमशः बढ़ता जाता है।

(२) हवाएँ (क) दिशा—

चक्रवात के मध्य में दबाव सबसे कम होता है अतएव चारों ओर की हवाएँ चक्रवात के मध्य की ओर प्रवाहित होती हैं। ये हवाएँ फेंल के नियम के अनुसार मुड़ जाती हैं, जिसमें चक्रवात के मध्य में हवाओं की भँवर सी बन जाती है।

प्रतिचक्रवात चक्रवात का उल्टा है यह वृत्ताकार अथवा दीर्घवृत्ताकार समभार रेखाओं की ऐसी व्यवस्था है कम जिसके बीच में दबाव सबसे अधिक होता है और बाहर की ओर क्रमशः घटता जाता है।

प्रति चक्रवात में सबसे अधिक दबाव बीच में होता है, अतएव इसमें हवाएँ केन्द्र से बाहर की ओर प्रवाहित होती हैं। ये हवाएँ फेंल के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं।

(ख) वेग—

चक्रवात में चलनेवाली हवाये तीव्र और वेगवान होती है। प्राय वे भयंकर तूफान का रूप ग्रहण कर लेती है।

(३) तापक्रम —

(१) ग्रीष्म ऋतु में कम होता है।

(२) जाडो में अधिक होता है।

(४) ऋतु—

(१) विषम (Rough) एवं झोकेदार (Squally)।

(२) गर्मियों में जट्टवृष्टि, जाडो में हिमवृष्टि तथा दोनों ऋतुओं में (विशेषकर गर्मियों में) बिजली की कड़कवाली आंधियाँ (तडित-झंझाये)।

(३) जलवायु के कटिबन्धों के अनुसार चक्रवात की ऋतु में विभेदन पाये जाते हैं, फिर भी कुछ ऐसे लक्षण हैं, जो वस्तुतः सभी चक्रवातों में पाये जाते हैं। इन्हें चित्र १८ (अ) में प्रदर्शित किया गया है।

(५) गति—

चक्रवात प्राय स्थिर नहीं रहते। वे प्रवाहित होनेवाली वायु की दिशा में चलते रहते हैं।

प्रतिचक्रवात में प्रवाहित होनेवाली हवाये मन्द और निर्बल होती है। इसमें वायुमण्डल प्राय शान्त रहता है।

(१) ग्रीष्म ऋतु में अधिक होता है।

(२) जाडो में कम होता है।

(१) शान्त एवं शुष्क।

(२) गर्मियों में खुला हुआ आसमान और प्रखर धूप, जाडो में कुहरा।

(३) प्रतिचक्रवात के मध्य में शान्त प्रदेश होता है, जिसमें स्थानीय हवाओं और स्थानीय वर्षा का अनुभव होता है। सामान्यतः प्रतिचक्रवात में दिन में मौसम सुहावना और सुन्दर होता है और रात में शीतल और शांत।

प्रतिचक्रवात किसी निश्चित पथ पर नहीं चलते। वे किसी भी दिशा में जा सकते हैं, किसी भी दिशा में फूल अथवा फूल सकते हैं और फिर सिकुड़ सकते हैं। वे कई दिनों तक एक ही स्थान पर स्थिर भी रह सकते हैं। कभी-कभी ऐसा भी होता है कि धीरे धीरे उनकी तीव्रता घटती जाती है और कालान्तर में वे लुप्त हो जाते हैं।

३ गौण चक्रवात अथवा सहकारी चक्रवात

(Secondary Cyclone)

(१) परिभाषा

जब किसी बड़े चक्रवात के अन्दर छोटा चक्रवात विद्यमान होता है, तो उसे हम गौण या सहकारी चक्रवात कहते हैं। इसकी पहचान यह है, कि इसके कारण मुख्य चक्रवात का बाहरी किनारा किसी एक भाग में फूल जाता है। यह आवश्यक नहीं कि सहकारी चक्रवात में निम्नतम दबाव का केन्द्र हो ही। चित्र २१

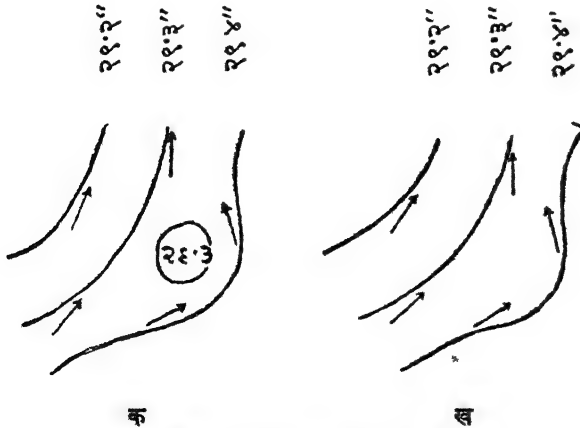
(क) में निम्नतम दबाव के केन्द्र वाला सहकारी चक्रवात प्रदर्शित किया गया है। चित्र २१ (ख) में प्रदर्शित सहकारी चक्रवात में निम्नतम दबाव का कोई निश्चित केन्द्र नहीं है।

(२) स्थिति

सहकारी चक्रवात मुख्य चक्रवात के किसी भी भाग में विकसित हो सकते हैं किन्तु अधिकतर वे दक्षिणी किनारे पर पाये जाते हैं।

(३) गति

सहकारी चक्रवात प्रायः घड़ी की विपरीत दिशा में प्रधान चक्रवात का चक्कर लगाते हैं।



चित्र २१—सहकारी चक्रवात

(४) हवाये

हवाये अधिक दबाव से कम दबाव की ओर प्रवाहित होती है और फैरल के नियम का पालन करती है। सहकारी चक्रवात के अन्दर समताप-रेखाये अपेक्षाकृत दूर-दूर होती हैं, जिससे उसमें चलनेवाली हवाये हल्की होती है। मोड के उन्नतोदर (Convex) भाग में समताप रेखाये अपेक्षाकृत पास-पास होती हैं जिससे वहाँ की हवाये तेज और झोकेदार होती है।

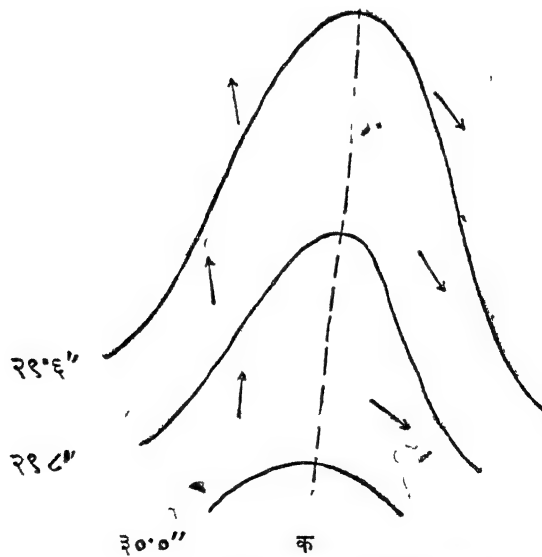
(५) ऋतु सम्बन्धी दशाये

सहकारी चक्रवात का मौसम प्रधान चक्रवात से मिलता जुलता है। इसमें आँधी के झोके और बौछारे बहुत आती है। नियमित (Steady) वर्षा मध्य में होती है। गर्मियों में बिजली की कड़कवाली आँधियाँ अथवा तड़ित-झंझाये (Thunderstorms) बहुधा आती हैं।

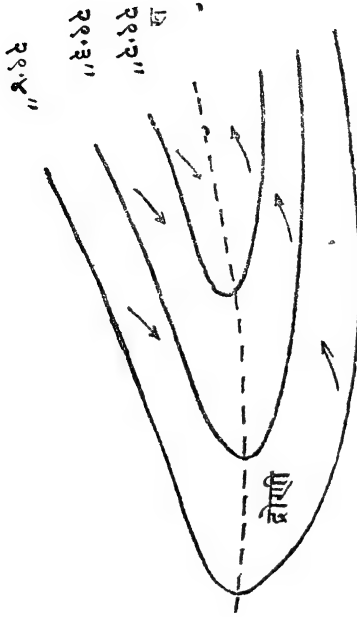
४ टंक (Wedge) एवं ५ V-आकृति के निम्न

इनका हम तुलनात्मक अध्ययन करेंगे —

ख



चित्र २२—टंक (Wedge)



क

चित्र २३ V—आकृति का निम्न

(१) परिभाषा—

इसकी आकृति त्रिभुज के समान होती है। इसमें सबसे अधिक दबाव आधार के मध्य-बिन्दु पर होता है जो क्रमशः शीर्ष एवं शेष दो भुजाओं की दिशा में घटता जाता है। यह अधिक दबाव का क्षेत्र है, जो दो चक्रवातों के बीच में पाया जाता है।

(२) गति

जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, यह दो चक्रवातों के बीच में पाया जाता है। जिस दिशा में चक्रवात चलते हैं, उसी दिशा में यह भी जाता है। शीतोष्ण प्रदेश में इसकी गति पूर्व की ओर होती है।

(V-Depression)

यह टक (Wedge) का उल्टा होता है। यह कम दबाव का त्रिभुजाकार क्षेत्र है। इसमें सबसे कम दबाव त्रिभुज के आधार के मध्य-बिन्दु पर होता है, जो क्रमशः शीर्ष और शेष दो भुजाओं की दिशा में बढ़ता जाता है।

आधार के मध्य-बिन्दु से गुजरने वाली निम्नतम दबाव की रेखा को हम 'द्रोणी' (Trough) कहते हैं। V—निम्न की गति की दिशा प्रायः द्रोणी के प्रति समकोण बनाती है।

आधार के मध्य-बिन्दु से गुजरने-
वाली अधिकतम दबाव की रेखा को
हम 'शीर्ष' • (Crest) कहते हैं।
चित्र मे क ख रेखा शीर्ष है। टक
की गति की दिशा प्रायः शीर्ष के प्रति
समकोण बनाती है।

(३) हवायें

हवाये सदैव अधिक दबाव से कम
दबाव की ओर चलती हैं और फेरल के
नियम का पालन करती हैं। चित्र २२
मे हवाओ की दिशा तीरो से प्रदर्शित
की गई है। समभार-रेखाओ की
पारस्परिक दूरी अधिक होने के कारण
ये हवाये हल्की होती हैं।

चित्र २३ मे हवाये तीर द्वारा
प्रदर्शित की गई हैं। समभार रेखाओ
की पारस्परिक दूरी अपेक्षाकृत कम
होने के कारण हवाओ का वेग अधिक
होता है।

(४) ऋतु सम्बन्धी दिशायें

टक प्रायः सुन्दर और सुहावनी
ऋतु के क्षेत्र होते हैं। इनमे आसमान
मेघरहित स्वच्छ एव ज्वलन्त नीले
वर्णका होता है। इनमे ताजी (Fresh)
हवा चलती है और दबाव क्रमशः
बढ़ता है। किन्तु यह सुहावना मौसम
थोड़े ही समय रहता है और थोड़ी देर
बाद उसका स्थान चक्रवातीय मेघ
और वर्षा ले लेते हैं।

V-निम्नन मे ऋतु के आकस्मिक
परिवर्तन बहुत होते हैं। द्रोणी-रेखा पर
हवा के भयानक झोके आते
हैं और कभी-कभी तड़ित झझाये
भी आती हैं। जैसे ही द्रोणी-
रेखा किसी स्थान से गुजरती है, वैसे
ही वायु की दिशा मे अकस्मात् परि-
वर्तन होते हैं। ये परिवर्तन जहाजों के
लिये बड़े खतरनाक सिद्ध होते हैं।

V-निम्नन मे बादलो और वर्षा
के वितरण मे विभेदन पाये जाते हैं,
किन्तु सामान्यतः मौसम चक्रवात के
समान होता है, यद्यपि अपेक्षाकृत कुछ
तीव्र होता है।

प्रायः V-निम्नन चक्रवात के
उष्ण अथवा शीतल अग्र (Front)
से सम्बन्धित होता है। यदि वह उष्ण

अग्र का होता है तो चक्रवात के आगे बढ़ जाने के पूर्व उसमें वर्षा होती है। यदि वह शीतल अग्र का होता है तो उसमें आकाश निर्मल रहता है, हल्की बौछारे होती है और मौसम ठण्डा रहता है।

६. ग्रीवा (Col)

(१) परिभाषा

दो ऊँचे और दो नीचे दबाव के स्थानों के बीच का भाग ग्रीवा (Col) कहलाता है।

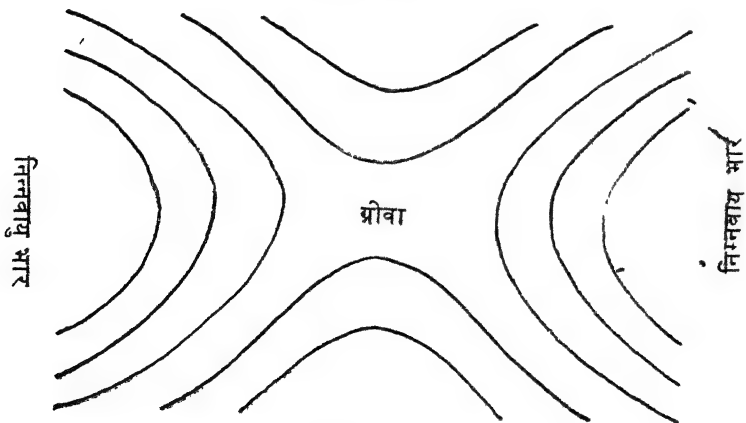
(२) ऋतु-सम्बन्धी दशायें

ग्रीवाप्रदेश के अन्दर न तो चक्रवात के समान मौसम होता है और न प्रतिचक्रवात जैसा, बल्कि यह एक तटस्थ प्रदेश होता है। इसमें जाड़ो में मौसम शान्त होता है और कुहरा पड़ता है। गर्मियों में यदि आसमान खुला हो और वायु में काफी आर्द्रता हो, तो तड़ितझझाये अथवा बिजली की कड़कवाली आँधियाँ आती हैं।

(३) अवधि

ग्रीवा (Col) दीर्घकाल तक नहीं रहता।

उच्च वायुभार

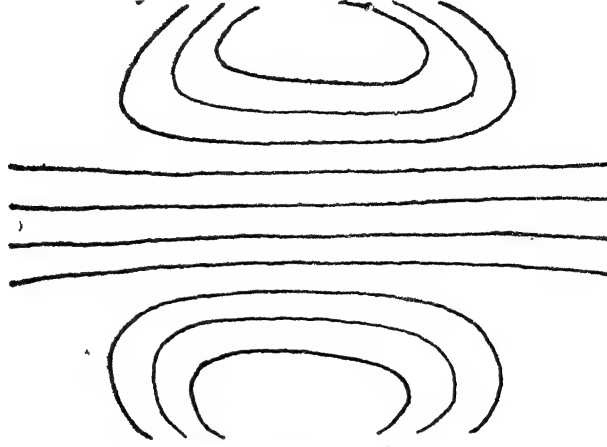


उच्चवायु भार

चित्र २४—ग्रीवा

७. सीधी समभार रेखायें

ये दो बड़े चक्रवातो अथवा दो बड़े प्रतचक्रवातो के बीच के प्रदेश को दर्शाती हैं। इनमें हवाये अधिक दबाव से कम दबाव की ओर चलती हैं और फैरल के



सीधी समभार रेखायें-

चित्र २५

नियम के अनुसार मुड़ जाती हैं। यदि इन रेखाओं की पारस्परिक दूरी कम हुई तो इनमें वायु काफी तेजी से चलती है। दूसरी ओर यदि इनकी पारस्परिक दूरी अधिक हुई तो वायु का वेग कम होता है। इनमें अनेक प्रकार के मौसम पाये जाते हैं।

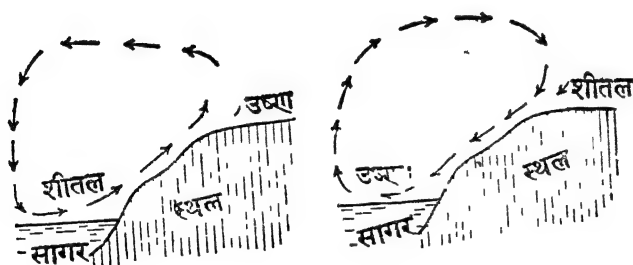
पञ्चम परिच्छेद

स्थानीय हवायें, मौसमी हवायें तथा विशेष

प्रकार की आँधियाँ

१. जल समीर और थल समीर (Land and Sea Breezes)

जल का अपेक्षा स्थल गर्म भी अधिक शीघ्रता से होता है और ठंडा भी। दिन में सूर्य के ताप के कारण जल की अपेक्षा स्थल अधिक गरम हो जाता है, जिससे उसके ऊपर की वायु गरम और हल्की होकर ऊपर उठती है। जो स्थान



चित्र २६—जल समीर

चित्र २७—थल समीर

रिक्त होता है, उसकी पूर्ति के लिये समुद्र की ओर से हवाये चलती हैं। जल से स्थल की ओर आनेवाली इसी वायु को हम जलसमीर (Sea Breeze) कहते हैं।

रात्रि की दशा ठीक इसके विपरीत होती है और जल की अपेक्षा स्थल अधिक ठण्डा हो जाता है, जिससे स्थल से जल की ओर वायु चलती है। इसे हम स्थल समीर (Land Breeze) कहते हैं।

चित्र २६ एवं २७ में स्थल और जल समीर प्रदर्शित की गई है।

इन समीरों को चलने से सागरतट का तापक्रम सम (Moderate) रहता है।

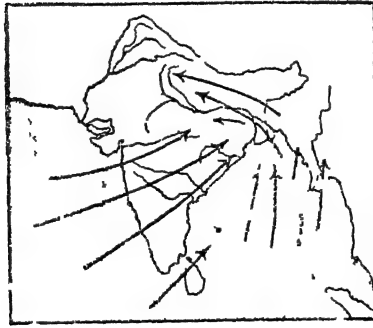
२ मानसून हवायें

ये मौसमी हवायें हैं। वास्तव में, मानसून हवायें स्थल और जल समीर का केवल बृहद रूप हैं। मानसून शब्द की उत्पत्ति एक अरबी शब्द से हुई है, जिसका

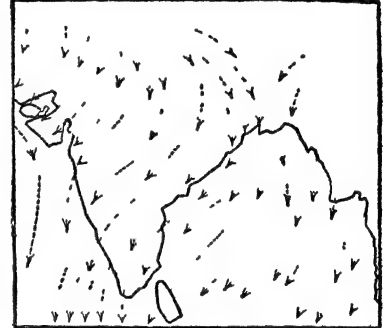
अर्थ है, मोसम। जिस सिद्धान्त के अनुसार स्थल और जल समीर क्रमशः रात और दिन में चलती है, उसी के अनुसार मानसून हवाये जाडो और गर्मियों की ऋतु में चलती है।

गर्मियों में स्थल महासागर की अपेक्षा अधिक गर्म होता है, अतएव इस ऋतु में स्थल पर हवा का दबाव कम होता है जल पर अधिक। वायु सदैव अधिक दबाव से कम दबाव की ओर प्रवाहित होती है अतएव इस ऋतु में समुद्र से स्थल की ओर हवाये चलती है। ये हवाये फैरल के नियम के अनुसार मुड़ जाती है। समुद्र से आने के कारण इनमें आर्द्रता होती है और इनसे वर्षा होती है।

जाडो में दशाये विपरीत होती है। इस ऋतु में समुद्र की अपेक्षा स्थल अधिक ठण्डा रहता है, जिससे स्थल के ऊपर हवा का दबाव अधिक होता है और



चित्र २८—दक्षिणी पश्चिमी मानसून



चित्र २९—उत्तरी पूर्वी मानसून

जल पर कम। अतएव हवाये स्थल से जल की ओर चलती है। स्थल से आने के कारण ये हवाये सूखी होती है।

चित्र २८ एवं २९ में भारतवर्ष में चलनेवाली मानसून हवाये प्रदर्शित की गई है।

३. मिस्ट्रल, बोरा तथा सिरौक्को

(क) मिस्ट्रल (Mistral) तथा बोरा (Bora)

वास्तव में मिस्ट्रल और बोरा, जाडो में भूमध्य सागर के निम्नन (Mediterranean Depression) की ओर अग्रसर होनेवाले ध्रुवीय वायु-प्रवाह (Polar Air Stream) के स्थानीय नाम हैं। योरोप के ठण्डे स्थलखण्ड के ऊपर से गुजरने के कारण ये हवाये विशेष ठण्डी होती है और तीव्र भी होती

है। इनके मार्ग में आल्प्स पर्वत की श्रेणियाँ बाधक होती हैं, जिससे ये विशेष पथों पर ही सीमित हैं। रोम की घाटी में इन्हें 'मिस्ट्रल' कहते हैं और एड्रियाटिक सागर के ऊपरी भाग में 'बोरा'। उत्तरी अमरीका की शीतल तरंगें (Cold waves) बहुत कुछ इसी प्रकार की हैं।

(ख) सिरौक्को (Sirocco)

भूमध्यसागर के निम्न (Medit Depression) की ओर प्रवाहित होने वाले उष्णप्रदेशीय वायुप्रवाह (Tropical Air Stream) का ही नाम 'सिरौक्को' है। मरुस्थल के ऊपर से आने के कारण ये हवायें भूमध्यसागर के दक्षिणी तट पर सूखी और धूल से भरी होती हैं। भूमध्यसागर के ऊपर से गुजरते समय इनमें आर्द्रता का प्रवेश होता है। ऐसी आर्द्र और उष्ण हवायें द० इटली और सिसली में पाई जाती हैं।

मिश्र में सिरौक्को को खामसिम (Khamsim) कहते हैं, जिसका अरबी भाषा में अर्थ पचास है। इस वायु का यह नाम इसलिये पड़ा कि यह लगभग ५० दिन चलती है। यह मार्च के अन्तिम भाग से लेकर मई के आरम्भ तक चलती है।

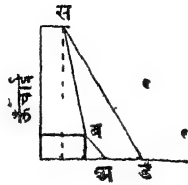
इसे द० पू० स्पेन में लैवेचे (Leveche), लीबिया में गिबली (Gibli) तथा ट्यूनिस में 'चिली' (Chili) कहते हैं।

सिरौक्को के कारण बहुधा वनस्पति नष्ट हो जाती है। इससे फसलों को बड़ी हानि पहुँचती है विशेषकर पूर्ण विकसित अगूर और जैतून की लताओं को।

४. फौन तथा चिन्क हवायें

(क) फौन वायु (The Fohn)

ये हवायें पहाड़ों के पिछले ढालों पर उतरती हैं तथा सूखी और गरम होती हैं। उत्तरी आल्प्स की घाटियों में ये विशेष उल्लेखनीय हैं। यहीं पर इनका यह नाम पड़ा। ये हवायें उस समय चलती हैं, जब आल्प्स के उत्तर की ओर चलनेवाला चक्रवात दक्षिण की वायु को अपनी ओर खींचता है। आकृष्ट वायु आल्प्स के दक्षिणी ढाल पर चढ़ती है, ऊपर जाने पर बादल बनते हैं और अधिक ऊपर जाने पर वर्षा होती है। जब यह वायु उत्तरी ढाल पर पहुँचती है, उस समय तक उसकी आर्द्रता प्रायः समाप्त हो जाती है। अतएव उत्तर की घाटियों में जब यह वायु चलती है, तो बहुत गरम और सूखी होती है। इससे वायु-मण्डल का तापक्रम १५° से २०° तक बढ़ जाता है। इसके कारण बर्फ पिघल जाती है और पेड़ पौधे मर जाते हैं।



ल ब स वक्र—आल्प्स पर्वत से दक्षिणी ढाल पर बढने वाली वायु के क्रमिक तापक्रम का स्रोतक है।

स ड वक्र—आल्प्स पर्वत के उत्तरी ढाल पर उतरने वाली वायु के क्रमिक तापक्रम का स्रोतक है।

चित्र ३०—फौन
वायु के उष्ण प्रभाव
की विवेचना

उत्तरी स्विट्जरलैण्ड में फौन वायु वसन्त ऋतु में बारम्बार चलती है और जाडो को जमी हुई बर्फ को पिघलाने में सहायक होती है। शरद काल में इसकी आवृत्ति (Frequency) वसन्त से कम किन्तु अन्य सभी ऋतुओं से अधिक होती है। इस समय यह फसलो—विशेषकर अगूर के पकने में सहायक होती है। फौन सामान्यतः दक्षिणी वायु है।

✓(ख) चिनूक (The Chinook)

कनाडा और संयुक्त राष्ट्र अमेरिका में राँकी पर्वत के पूर्वी भाग पर चलने वाली फौन जैसी उष्ण एवं शुष्क वायु को चिनूक कहते हैं। फौन की तुलना में चिनूक का प्रभाव-क्षेत्र कहीं अधिक विस्तृत होता है। ये प्रायः पूर्व की ओर चलनेवाले निम्न के दक्षिणी भाग में चलती हैं और इनकी दिशा प्रायः दक्षिण-पश्चिम होती है। जाडो और वसन्त में इन हवाओं की आवृत्ति बहुत होती है। राँकी पर्वत से नीचे उतरने के कारण ये हवाएँ गरम और सूखी हो जाती हैं, अतएव इनके चलने से वायुमण्डल का तापक्रम बढ़ जाता है। कभी-कभी १५ डिग्री के अन्दर तापक्रम ३०° से ४०° तक बढ़ जाता है। इन हवाओं से जाडो की बर्फ पिघल जाती है, जिससे जानवर जाडो भर चरागाहों में चर सकते हैं। इस दृष्टि से इन हवाओं का आर्थिक महत्त्व भी है। फौन का शवितशाली होना अथवा बारम्बार चलना इस बात की सूचना देता है कि जाडा मामूली होगा और जानवर चरागाहों में जाडो भर चर सकेंगे। दूसरी ओर फौन वायु की अनुपस्थिति अथवा अभाव का अर्थ यह होता है कि जाडा तीव्र होगा और जानवरों की क्षति होगी।

५. ब्लिज्जर्ड (Blizzard) और बुरान (Buran)

ब्लिज्जर्ड हिमकणों की भयानक आंधी है। संसार के कुछ भागों में—जैसे अण्टार्क्टिका, कनाडा, साइबेरिया आदि में—जाडो में वृष्टि मुख्यतः शुष्क एवं

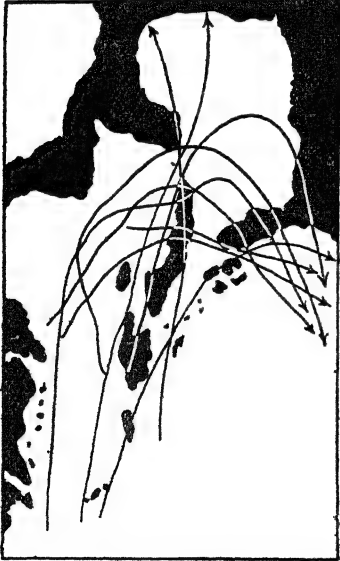
सूक्ष्म हिमकणों के रूप में होती है। हिमवृष्टि के अनन्तर जब तेज हवाये चलती है तब उनमें हिमकण (मुख्यतः धरातल के और आशिक रूप से बादलों के) फँस जाते हैं जिससे धुंधली छा जाती है। ये हिमकण इतने सूक्ष्म होते हैं कि वे दरवाजी और खिड़कियों की पतली दरारों में प्रवेश कर जाते हैं। जो यात्री बिलज्जर्ड में फँस जाते हैं, उनका दिशा ज्ञान नष्ट हो जाता है। अण्टार्क्टिका के अडेली-लैण्ड (**Adelie Land**) में बिलज्जर्ड बहुत आते हैं और इसी कारण उसे 'बिलज्जर्ड का गृह' (**Home of the Blizzard**) भी कहते हैं।

मध्य एशिया में इस प्रकार की आँधी को बुरान (**Buran**) कहते हैं। बिलज्जर्ड के आने से जाड़ों में तापक्रम, उत्क्रमण के कारण, अकस्मात् बढ़ जाता है और गर्मियों में घट जाता है।

६. हरीकेन, टाइफून टॉर्नेडो एवं धूल का भूत

(क) हरीकेन (Hurricane)

हरीकेन उस उष्ण प्रदेशीय चक्रवात (**Tropical Cyclone**) का नाम



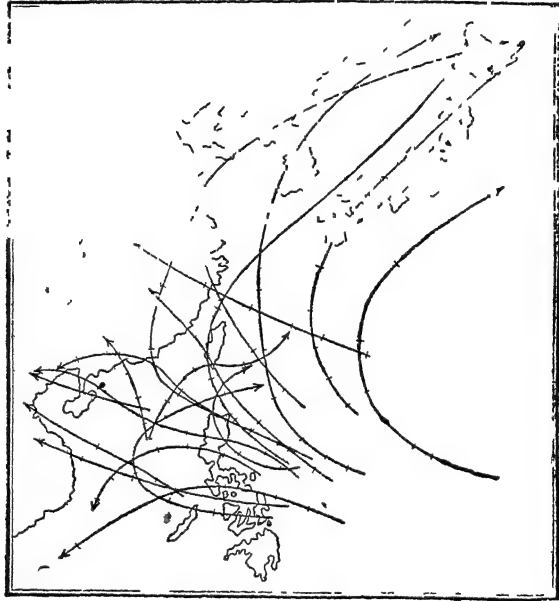
है, जो पश्चिमी द्वीप समूह और मैक्सिको की खाड़ी में आया करता है। इसकी उत्पत्ति प्रायः पश्चिमी द्वीप समूह के पूर्व में केप वर्डे द्वीप समूह (**Cape Verde Islands**) के निकट होती है। यहाँ से वह पश्चिम की ओर चलता है। इसके पथ में पड़नेवाले द्वीपों को इससे कभी-कभी बहुत हानि होती है। आगे चलकर यह उत्तर-पूर्व की ओर मुड़ जाता है। हरीकेन से पश्चिमी द्वीपसमूह के अतिरिक्त संयुक्त राष्ट्र अमेरिका का खाड़ी तट तथा मध्य अमेरिका का पूर्वी भाग भी प्रभावित होता है। सितम्बर और अक्टोबर के महीनों

चित्र ३१—पूर्वी द्वीप समूह के प्रदेश में यह बहुत आता है।

में हरीकेन के पथ

(ख) टाइफून (Typhoon)

चीन सागर में आनेवाले उष्णप्रदेशीय चक्रवातोंको टाइफून (Typhoon) कहते हैं। ये ग्रीष्म ऋतु के अन्त में और शरद के आरम्भ में बहुत आते हैं। फिलीपाइन द्वीपसमूह अनेक टाइफूनों के पथ में पड़ता है। दक्षिणी चीन के तटीय प्रदेश में भी टाइफून प्रभावशाली होते हैं। अन्य उष्णप्रदेशीय चक्रवातों की भाँति टाइफून से भी बलवती हवाएँ चलती हैं और घनघोर वृष्टि होती है।



चित्र ३२—चीन के तट पर टाइफून के पथ

यद्यपि स्थल में प्रवेश करते समय इनकी शक्ति काफी क्षीण हो जाती है, तथापि इनसे काफी विस्तृत क्षेत्र को हानि पहुँचती है। उदाहरण के लिये स्वातो (Swatow) के अगस्त सन् १९२२ ई० के टाइफून में केन्द्र के गुजरते ही वायु की दिशा में अकस्मात् परिवर्तन हुआ जिससे एक भयानक लहर अस्तित्व में आ गई। इस लहर से नगर भर में अकस्मात् भयानक बाढ़ आ गई जिससे ५०,००० व्यक्ति काल के गाल में चले गये।

(ग) टॉरनेडो

टॉरनेडो भयानक भँवरदार आँधी है। इसका क्षेत्रफल अधिक नहीं होता प्रायः इसका व्यास $\frac{1}{8}$ मील के लगभग होता है। संयुक्त राष्ट्र अमेरिका में रॉकी

पर्वत के पूर्व में—विशेषकर मिसिसिपी के मध्यवर्ती मैदान में—टॉरनेडो बहुत आते हैं। इनसे क्षति भी बहुत होती है। इनके केन्द्र में वायु का वेग २०० मील प्रति घण्टा से भी अधिक होता है। यही कारण है कि इस के केन्द्र में आ जाने से पेड़ उखड़ जाते हैं और मकान नष्ट-भ्रष्ट हो जाते हैं। यदि टॉरनेडो सागर यानदों के ऊपर से गुजरता है तो उनका पानी टाटी अथवा तुण्ड के रूप में ऊपर उठ जाता है इसे हम, जल-तुण्ड (Water spout) कहते हैं। टॉरनेडो में घनगर्जन एवं घनघोर वृष्टि भी होता है। ये वसन्त ऋतु में और ग्रीष्म ऋतु के आरम्भ में बहुत आते हैं और प्रायः सदैव दोपहर को ही आते हैं।

(घ) धूल का भूत (Dust Devil)

यह महस्थल में आनेवाली धूल की भँवर है। यह एक स्थानीय वृत्त (Local Phenomena) है, जिसमें धूल केन्द्र के चारों ओर चक्कर खाती है और इस प्रकार वह धरातल से तीन-चार हजार फुट ऊपर उठ जाती है इसका आकार छोटा होता है अर्थात् इसका व्यास कुछ गज हो जाता है। महस्थल में आतप के आधिक्य से सवाहन-प्रवाह के उत्पन्न हो जाने से इनकी सृष्टि होती है। धूल के भूत का वेग प्रति घण्टे ५ मील से लेकर १५ मील तक होता है और कभी-कभी ३० मील तक पाया गया है। आकार में छोटा होने के कारण इनसे कोई विशेष हानि नहीं होती। वायुयान भी इनसे प्रभावित नहीं होते।

७. हरमैटन एवं बिली बिली

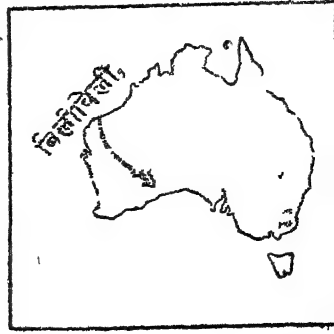
(क) हरमैटन (Harmattan)

यह वास्तव में उ० पू० व्यापारिक वायु का ही रूपान्तर है, जो जाड़े की शुष्क ऋतु में सहारा महस्थल के ऊपर से होकर गिनी की खाड़ी की ओर चलती है। यह वायु असाधारण रूप से सूखी होती है और शुष्क ऋतु के प्रभाव को बहुत गुणित कर देती है। इस वायु के चलने से वनस्पति सूखकर नष्ट हो जाती है, बहुधा पेड़ों के तने फट जाते हैं। इसके कारण आपेक्षिक आर्द्रता १० प्रतिशत से भी कम हो जाती है। इसमें प्रायः सूक्ष्म धूल-कणों की मात्रा अधिक होती है, जिससे यह और भी कष्टदायक हो जाती है।

(ख) बिली-बिली (Willy-Willy)

यह उष्ण-प्रदेशीय चक्रवात होते हैं, जो उत्तरी-पश्चिमी आस्ट्रेलिया में ग्रीष्म ऋतु के अन्तिम भाग में चला करते हैं। इनकी उत्पत्ति टिमोर सागर (Timor Sea) में होती है। यहाँ से वे द० पू० की ओर बढ़ते हैं। इनसे पियर (Pear) मछली के उद्योग को हानि पहुँचती है। तदनन्तर ये द० पू० की ओर मुड़ जाते हैं

और तट में प्रवेश करते हैं। इनसे तटीय प्रदेश को बड़ी हानि पहुँचती है और कभी-कभी घनघोर वृष्टि भी होती है। फिर ये ग्रेट आस्ट्रेलियन बाइट (Great



चित्र ३३—बिली बिली का पथ

Australian Bight) की ओर अग्रसर होते हैं। आन्तरिक भागों में बिली बिली की शक्ति क्षीण हो जाती है और लोग उसका इसलिये स्वागत करते हैं, कि उससे वर्षा होती है।

षष्ठम् परिच्छेद सूर्यातपन [INSOLATION.]

१. परिभाषा

Insolation शब्द **Incoming Solar Radiation** (आगन्तुक सौर विकिरण) का संक्षिप्त रूप है ।

किसी निश्चित समय में पृथ्वी के किसी निश्चित क्षेत्र में सूर्य से जो ताप प्राप्त होता है, उसे हम सूर्यातपन (**Insolation**) कहते हैं ।

गणित द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि पृथ्वी को सूर्य से प्रति वर्ग सेंटीमीटर प्रति मिनट १९४ कैलॉरी ताप मिलता है । ताप की यह मात्रा प्रायः सर्वत्र स्थिर है, अतएव इसे 'सौर-स्थिरांक' (**Solar Constant**) कहते हैं ।

२. ताप का उद्गम

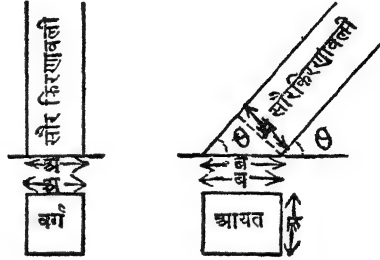
ताप का मूलस्त्रोत अथवा उद्गम सूर्य है । सूर्य का व्यास पृथ्वी की तुलना में सौ गुना से भी अधिक है और सौर-पृष्ठ का तापक्रम १०,०००° फ० से भी अधिक है । इसी से यह अनुमान लगाया जा सकता है कि ताप की कितनी प्रचुर मात्रा सूर्य से विकीर्ण होती होगी । पृथ्वी सूर्य से लगभग ९ करोड़ ३० लाख मील दूर है, जिससे वह सौर-ताप का केवल दो अरबवाँ भाग ग्रहण कर पाती है । सौर-ताप के इस न्यून अंश पर ही पृथ्वी के अधिकांश प्राकृतिक और प्रायः समस्त जीव-सम्बन्धी वृत्त (**Phenomena**) अवलम्बित हैं । इसके अतिरिक्त जलवायु को जितनी बातें प्रभावित करती हैं, उनमें यह सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण है ।

यह आगणन किया गया है, कि पृथ्वी को सूर्य से जो ताप मिलता है, उसका ३७ प्रतिशत भाग मेघों और वायुमण्डल के धूलि-कणों से परावर्तित (**Reflect**) हो जाता है, ६ प्रतिशत भाग वायुमण्डल की गैरों में सोख लेती है और केवल ५७ प्रतिशत भूपृष्ठ तक पहुँचता है ।

३. सूर्यातपन (**Insolation**) को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

निम्नलिखित प्रतिकारक सूर्यातपन (**Insolation**) की मात्रा को प्रभावित करते हैं :—

(१) सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण — तिरछी किरणावली (Pen-cil of rays) लम्बवत् किरणों की अपेक्षा अधिक क्षेत्र को प्रभावित करती है। अतएव कोई भी ऐसा स्थान जहाँ सूर्य ठीक सिर के ऊपर चमकता है, अपने उत्तर और दक्षिण के स्थानों की अपेक्षा अधिक तप्त होता है। निम्नांकित विवेचना से यह कथन स्पष्ट होगा —



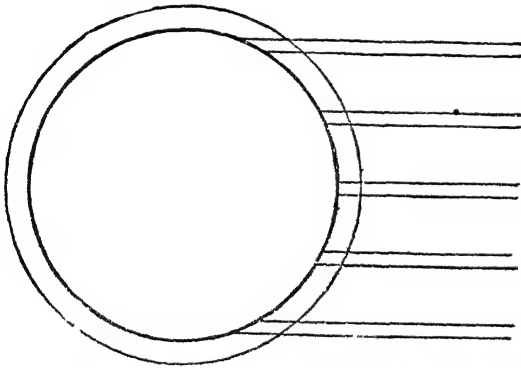
चित्र ३४—सूर्यातपन की मात्रा पर सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण का प्रभाव

$$\begin{aligned}
 &\text{दशा १ मे} \\
 &\text{प्रभावित क्षेत्र} = अ \times अ \\
 &= अ^२ \\
 &= अ^२ \times १ \\
 &= अ^२ \times \frac{१}{\text{ज्या } ९०} \\
 &[\text{क्योंकि ज्या } ९० = १]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{दशा २ मे} \\
 &\text{प्रभावित क्षेत्र} = अ \times ब \\
 &= अ ब \\
 &\frac{अ}{ब} = \text{ज्या } Q \text{ (जहाँ } Q = \text{सूर्य की} \\
 &\quad \text{किरणों द्वारा निर्मित कोण)} \\
 &\text{अथवा } अ = ब \text{ ज्या } Q \\
 &\text{अथवा } ब = \frac{अ}{\text{ज्या } Q} \\
 &\text{अ } ब = अ \cdot \frac{अ}{\text{ज्या } Q} \\
 &= \frac{अ^२}{\text{ज्या } Q} \\
 &\text{अ}^२ = \frac{१}{\text{ज्या } Q}
 \end{aligned}$$

उपर्युक्त दोनों दशाओं में सूर्यातिपन द्वारा प्रभावित क्षेत्र $\frac{1}{\text{ज्या } Q}$ का अनु-
क्रमानुपाती (Directly Proportional) है। यह तो स्पष्ट ही है कि
यदि किरणावली का ताप अपेक्षाकृत कम क्षेत्रफल में फैलता है, तो प्रत्येक इकाई
क्षेत्रफल को अधिक ताप मिलता है अथवा सूर्यातिपन अधिक होता है। दूसरी
और, यदि क्षेत्रफल अधिक होता है तो प्रति इकाई-क्षेत्रफल को कम ताप मिलता
है अथवा सूर्यातिपन की मात्रा कम होती है, क्योंकि किरणावली के ताप की मात्रा
तो उतनी ही रहती है। अन्य शब्दों में, क्षेत्रफल और सूर्यातिपन परस्पर
उत्क्रमानुपाती (Inversely Proportional) हैं। अतएव, किसी स्थान
पर प्राप्त होने वाला सूर्यातिपन ज्या Q अथवा सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित
कोण के ज्या (Sine) के अनुरूप होता है।

(२) वायुमण्डल की मोटाई—जैसा कि चित्र ३५ से स्पष्ट होगा लम्बवत्
किरणों की अपेक्षा तिरछी किरणों को वायुमण्डल में अधिक दूरी तय करना



चित्र ३५—सूर्यातिपन की मात्रा पर वायुमण्डल की मोटाई का प्रभम

पड़ती है वायुमण्डल के निम्नतम स्तर अर्थात् परिवर्तमण्डल (Troposphere)
में बहुत सी ऐसी गैसें रहती हैं, जो ताप का शोषण कर लेती हैं। इस प्रकार की
गैसों में जलवाष्प (Water Vapour) तथा कार्बन डाइ-ऑक्साइड विशेष
उल्लेखनीय हैं। अतएव जब सौर किरणों को परिवर्तमण्डल में अधिक लम्बा
मार्ग तय करना पड़ता है, तब उनके ताप का कुछ अंश उपर्युक्त गैसों के कारण
लुप्त हो जाता है और घरातल को लम्बवत् क्षेत्र की अपेक्षा कम ताप
मिलता है। अन्य शब्दों में सूर्य की किरणें जितनी तिरछी होती जायेंगी,
सूर्यातिपन (Insolation) उतना ही कम होगा।

(३) **दिन और रात की अवधि**—दिन में पृथ्वी सौर-विकिरण को ग्रहण करती है और रात में जब वह ठण्डी होती है तब उससे ताप विकीर्ण (Radiate) होता है। अतएव उन स्थानों में जहाँ रात की अपेक्षा दिन बड़ा होता है, सूर्यातिपन उन स्थानों से अधिक होता है, जहाँ दिन की अपेक्षा रात बड़ी होती है।

(४) **जल और स्थल का वितरण**—जल और स्थल दोनों में ताप को ग्रहण करने की क्षमता समान नहीं है। यदि दोनों को समान ताप पहुँचाया जाता है, तो जल की अपेक्षा स्थल अधिक गरम हो जाता है। अतएव सूर्यातिपन पर महाद्वीपों और महासागरों के वितरण का प्रभाव पड़ता है।

जल की अपेक्षा स्थल के अधिक गरम अथवा ठण्डे होने के निम्नलिखित कारण हैं —

(१) द्रव जल का आपेक्षिक ताप ठोस पृथ्वी से कहीं अधिक है। एक घन फुट रेत को १० फ० गरम करने के लिये जितना ताप लगता है, उससे दशगुना ताप इसी आयतन के पानी को इतना ही गरम करने के लिये आवश्यक है।

(२) स्थल की अपेक्षा जल में सूर्य की किरणें अधिक गहराई तक प्रवेश कर जाती हैं। स्थल में तीन फुट के नीचे तापक्रम के दैनिक परिवर्तन का अनुभव नहीं होता, किन्तु जल में उसे ६० फुट की गहराई तक अनुभव किया जा सकता है।

(३) जल अस्थिर है। जब उसका एक भाग गर्म हो जाता है, तब वह दूसरे स्थान को बह जाता है। इसके विपरीत स्थल स्थिर है, वह एक ही स्थान पर स्थित रहता है, अतएव उसका सीमित क्षेत्र ही सौर-ताप को ग्रहण करता है।

(४) सूर्य से जो ताप जल को मिलता है, उसका कुछ भाग भाप के बनने में नष्ट हो जाता है। स्थल में भाप नहीं बनती, अतएव स्थल को सूर्य से जितना भी ताप मिलता है, वह सब उसके तापक्रम के बढ़ाने के काम आता है।

(५) जल-तृष्ठ पर सौर-ताप का परावर्तन (Reflection) स्थल की अपेक्षा अधिक होता है। अन्य शब्दों में, स्थल की अपेक्षा जल कम ताप को ग्रहण करता है।

(६) वाष्पीकरण की क्रिया के कारण महासागरों के ऊपर बदली छापी रहती है। जलवाष्प और मेघों का यह आवरण सूर्य और पृथ्वी दोनों के विकिरण में बाधक होता है। यहाँ पर यह उल्लेखनीय है, कि पृथ्वी के विकिरण की तुलना में सौर-विकिरण कहीं अधिक महत्वपूर्ण है।

(५) **धरातल का वर्ण**—सूर्यातिपन पर धरातल के रंग का भी प्रभाव पड़ता है। उदाहरण के लिये काले रंग की मिट्टी और चट्टानें हल्के रंग की भूमि की अपेक्षा अधिक ताप ग्रहण करती हैं।

(६) **सौर कलंकों (Sunspots) की संख्या**—किन्हीं अंशों में सौर-

विकिरण सूर्य के धब्बों (Sun-Spots) की संख्या पर भी निर्भर है। जब इन धब्बों की संख्या अधिक होती है, तब सौर-विकिरण अधिक होता है और जब इनकी संख्या कम होती है, तब सौर-विकिरण भी कम होता है।

(७) पृथ्वी से सूर्य की दूरी—सूर्यातिपन की मात्रा सूर्य से पृथ्वी की दूरी पर भी अवलम्बित है। सूर्य से पृथ्वी की दूरी सदा एक सी नहीं रहती। उसमें



चित्र ३६

४ सूर्यातिपन का वितरण

सूर्यातिपन के वार्षिक वितरण की दृष्टि से ससार को तीन भागों में बाँटा जा सकता है —

(१) वार्षिक वितरण

(क) विषुव रेखा का प्रदेश—इसका विस्तार 20° उ० से लेकर 20° द० तक है। इसमें दो महत्तम बिन्दु (Maxima) और दो लघुतम बिन्दु (Minima) होते हैं, अर्थात् इस क्षेत्र में सूर्यातिपन वर्ष में दो बार उच्चतम हो जाता है और दो बार निम्नतम। इस प्रदेश में सूर्यातिपन शून्य कभी नहीं होता।

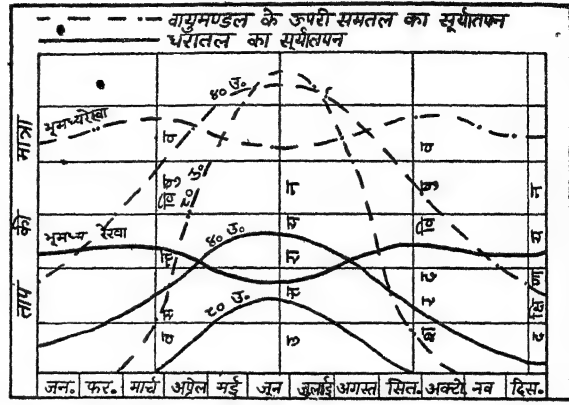
(ख) मध्य अक्षांश का प्रदेश—इसका विस्तार 20° से लेकर 44° अक्षांश तक है। इसमें एक महत्तम बिन्दु होता है और एक लघुतम बिन्दु अर्थात् इस क्षेत्र में सूर्यातिपन वर्ष में एक बार उच्चतम हो जाता है और एक बार निम्नतम। विषुवतीय प्रदेश को भाँति इसमें भी सूर्यातिपन कभी शून्य नहीं होता।

(ग) ध्रुवीय प्रदेश—यह क्षेत्र आर्कटिक वृत्त के उत्तर में तथा ~~अध्रुवीय~~ वृत्त के दक्षिण में विद्यमान है। इसमें सूर्यातिपन वर्ष में एक बार उच्चतम हो

१—Peri-helion (Peri=Near; helios=Sun) इसमें सूर्य से पृथ्वी की दूरी लगभग ९१५ करोड़ मील होती है।

२—Aphelion (Apo=away; helios=Sun) इसमें सूर्य से पृथ्वी की दूरी लगभग ९४५ करोड़ मील होती है।

जाता है। वर्ष के कुछ भाग में सूर्य का प्रकाश यहाँ नहीं पहुँचता। अतएव उस



चित्र ३७—रवि-नीच (Perihelion) और रवि ऊँच (Aphelion) अन्तर होते रहते हैं। रवि-नीच (Peri-helion) की अपेक्षा रवि ऊँच (Aphelion) की दशा में सूर्य से पृथ्वी की दूरी अधिक होती है। अतएव दूसरी दशा में सूर्यातपन प्रथम दशा की अपेक्षा ६६ प्रतिशत अधिक होता है। समय इस क्षेत्र को ताप बिल्कुल नहीं मिलता। अन्य शब्दों में वर्ष के भाग विशेष में इस क्षेत्र में सूर्यातपन शून्य पर पहुँच जाता है।

चित्र ३७ में सूर्यातपन का वार्षिक वितरण प्रदर्शित किया गया है।

(२) देशान्तर के अनुरूप सूर्यातपन का वितरण

वार्षिक औसत के विचारसे तथा दो विशेष दिन—वसन्त और शरद विषुवत (Spring and autumn equi-noxes) को—सूर्यातपन विषुवत रेखा पर सबसे अधिक होता है और ध्रुवों की ओर क्रमशः घटता जाता है। निम्नलिखित दो प्रतिकारकों के अनुसार महत्तम सूर्यातपन की पेट्टी विषुवत-रेखा के उत्तर और दक्षिण में खिसकती रहती है —

(१) सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण—सूर्य की किरणें लम्बवत् दिशा के जितनी निकट होगी, सूर्यातपन उतना ही अधिक होगा।

वसन्त विषुव (Spring equinox) अर्थात् २१ मार्च।

शरद विषुव (Autumn equinox) अर्थात् २३ सितम्बर।

इन दोनों दिन मध्याह्न में विषुवत-रेखा पर सूर्य की किरणें बिल्कुल लम्बवत् पड़ती हैं।

(२) दिन की अवधि—दिन जितना ही लम्बा होगा, सूर्यातिपन भी उतना ही अधिक होगा।

५. वायुमण्डल का ताप-सन्तुलन (Heat Balance)

पृथ्वी का औसत तापक्रम सदैव एकसा रहता है, न वह बढ़ता है और न वह घटता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है, कि पृथ्वी सूर्य से जितना ताप ग्रहण करती है, उतना ही ताप वह विकिरण द्वारा खो देती है। यद्यपि यह सन्तुलन सम्पूर्ण पृथ्वी के लिये ठीक है, तथापि इसे किसी विशेष अक्षांश पर लागू नहीं किया जा सकता। ३७° अक्षांश के नीचे आगन्तुक सौर विकिरण पृथ्वी से विकिरण द्वारा निकलने वाले ताप की अपेक्षा अधिक होता है। दूसरी ओर ३७° अक्षांश के ऊपर सूर्यातिपन पृथ्वी के विकिरण से कम होता है। इस कथन के अनुसार विषुवतीय प्रदेश का तापक्रम निरन्तर बढ़ना चाहिये और ध्रुवीय प्रदेशों का तापक्रम निरन्तर घटना चाहिये किन्तु यह वास्तविकता नहीं है। प्रकृति का यह सिद्धान्त है कि ताप अधिक तापक्रम से कम तापक्रम की ओर प्रवाहित होता है। यह सिद्धान्त यहाँ भी लगता है। हवाओं के चलने का कारण यही सिद्धान्त है। वास्तव में विभिन्न अक्षांशों पर सूर्यातिपन के असमान वितरण के कारण ही वायुमण्डल की अनेक प्रक्रियाएँ और ऋतु-परिवर्तन होते हैं।

सप्तम् परिच्छेद
तापक्रम का क्षैतिज वितरण
[HORIZONTAL DISTRIBUTION OF
TEMPERATURE]

१. तापक्रम क्या है ?

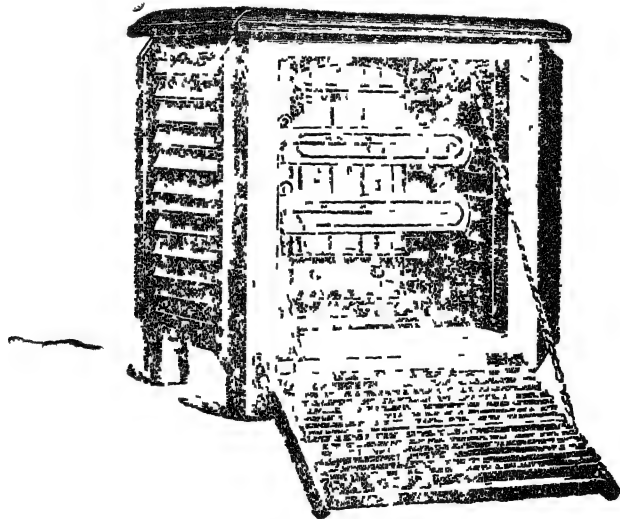
जो स्थान जितना ही उष्ण होता है, उसका तापक्रम उतना ही अधिक होता है। इसी प्रकार जो स्थान जितना शीतल होता है, उसका तापक्रम उतना ही कम होता है। अतएव तापक्रम का अर्थ है उष्णता अथवा शीतलता की मात्रा। किसी स्थान का तापक्रम वहाँ के धरातल के निकट की वायु का तापक्रम है।

२. तापक्रम मापन

किसी स्थान के तापक्रम को ज्ञात करने के लिये प्रायः दो रीतियाँ अपनाई जाती हैं —

१ स्टेवेन्सन स्क्रीन

तापक्रम का यथा मूल्य ज्ञात करने के लिये स्टेवेन्सन स्क्रीन (Stevenson's



चित्र ३८—स्टेवेन्सन स्क्रीन
(Stevenson's Screen) का उपयोग किया जाता है। चित्र ३८ में स्टेवेन्सन स्क्रीन प्रदर्शित

की गई है। यह लकड़ी की आयताकार सन्दूक जैसी होती है, जो तीन चार फुट ऊँचे चार पायो पर रखी रहती है। धूप के प्रभाव को बचाने के लिये इसकी छत दोहरी होती है। दोनों छतों के बीच में वायु रहती है। इसकी दीवारों में रेल की खिडकी की तरह तिरछी दबारे रहती है, जिनमें होकर वायु सुगमता से आजा सकती है, किन्तु सूर्य की किरणों से रक्षा हो जाती है। पृथ्वी के विकिरण के प्रभाव को रोकने के लिये इसका फर्श भी दोहरा होता है। थर्मामीटर को लटकाने के लिये इसके अन्दर एक लकड़ी का फ्रेम होता है। इसके अन्दर थर्मामीटर स्थापित करते समय यह ध्यान रखा जाता है, कि उसका बल्ब यथासंभव छत, फर्श और किनारे की दीवारों के बीचोंबीच हो।

२ हवा में झुलाया जानेवाला थर्मामीटर

प्रायः तापक्रम-निर्धारण के लिये हवा में झुलाया जानेवाला थर्मामीटर अथवा भ्राम्य तापमापक (Sling Thermometer) काम में लाया जाता है इसमें एक बड़ी सुविधा यह होती है, कि इसे सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाया जा सकता है। इसके विपरीत स्टेवेन्सन स्क्रीन बहुत भारी होती है और उसके ले जाने में कठिनाई होती है।

यह एक सामान्य थर्मामीटर होता है, जिसके ऊपरी सिरे पर डोरा बंधा रहता है। इस डोरे की सहायता से थर्मामीटर को मन्द वेग से खुली हवा में झुलाया जाता है। झूलते समय थर्मामीटर वायु के नवीन कणों के संपर्श में आता है और उनके तापक्रम को ग्रहण कर लेता है। अतएव, धूप होते हुए भी यह थर्मामीटर वायु के तापक्रम को प्राप्त कर लेता है, यदि धूप तेज हो, तो झूलते हुए थर्मामीटर के ऊपर छाता खोल देना चाहिये।

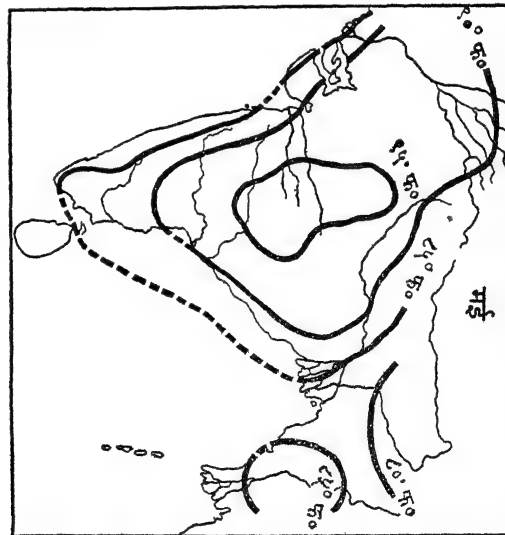
३. समताप रेखाएँ (ISOTHERMS)

भूतट पर ताप के वितरण को हम समताप रेखाओं द्वारा प्रदर्शित करते हैं। समताप रेखा वह कल्पित रेखा है, जो उन स्थानों के मिला देने में बन जाती है जहाँ के सागर-समतल का तापक्रम समान हो। इस परिभाषा में स्पष्ट है कि समताप रेखाएँ बनाने के पूर्व हम प्रत्येक स्थान पर सागर समतल का तापक्रम ज्ञात करते हैं। इसका कारण यह है कि तापक्रम ऊँचाई के अनुसार बदलता रहता है, यदि हम सागर समतल का तापक्रम न ले तो विपुल रेखा पर स्थित हिमाच्छादित पहाड़ की चोटी और आर्कटिक वृत्त में एक ही समताप रेखा गुजरेगी, जिससे बड़ी भ्रान्ति होगी उसे देखकर तो यही ज्ञान होगा कि भूमध्यरेखा और

आर्कटिक वृत्त का तापक्रम एकसा है। इस गलत धारणा के निवारण के लिये ऊँचाई का विचार आवश्यक है। अतएव समताप रेखा खींचने के लिये हम प्रत्येक स्थान के तापक्रम का सागर समतल पर मूल्य ज्ञात करते हैं। इसके अतिरिक्त एक बात और भी है। मान लीजिये समताप रेखा बनाने के लिये हमें नैनीताल का तापक्रम लेना है। नैनीताल समतल नहीं है और उसके प्रत्येक स्थान की ऊँचाई भिन्न है। तब हमारे समक्ष यह प्रश्न उठता है कि हम आखिर किस स्थान का तापक्रम ले। यदि प्रत्येक व्यक्ति अपनी-अपनी इच्छा के अनुसार स्थान चुनने लगे, तब तो बड़ी गड़बड़ी मच जाय। इसे दूर करने के लिये भी तापक्रम का सागर समतल पर मूल्य ज्ञात करना आवश्यक है। नैनीताल में कितने भी ऊँचे नीचे स्थान क्यों न हो किन्तु सागर समतल पर प्रत्येक का तापक्रम एक ही होगा।

सामान्यतः धरातल से प्रत्येक ३२० फुट की ऊँचाई पर तापक्रम 1° फ० घट जाता है। उदाहरण के लिये यदि किसी स्थान पर धरातल का तापक्रम 70° फ० हो तो ९६० फुट की ऊँचाई पर उसका तापक्रम 60° फ० होगा। समताप रेखाएँ खींचने के पूर्व हम प्रत्येक स्थान का सागर समतल का तापक्रम इसी नियम के अनुसार निर्धारित कर लेते हैं।

चित्र ३९ में 'समताप रेखाओं द्वारा भारतवर्ष का मई का औसत तापक्रम प्रदर्शित किया गया है।



चित्र ३९—भारतवर्ष की मई की समताप रेखाएँ

४. किसी स्थान के तापक्रम को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

किसी स्थान का तापक्रम निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है —

- (१) अक्षांश
- (२) ऊँचाई
- (३) धरातल के ढाल की दिशा
- (४) प्रवाहित होनेवाली हवाये
- (५) समुद्र से दूरी
- (६) समुद्र की धाराये
- (७) मेघ एवं वर्षा

(१) अक्षांश

साधारणतः भूमध्य रेखा के निकट तापक्रम सबसे अधिक होता है और जैसे-जैसे हम ध्रुवों की ओर जाते हैं, तापक्रम क्रमशः घटता जाता है। इसका कारण यह है, कि भूमध्य रेखा के निकट सूर्य की किरणें सीधी पड़ती हैं और ध्रुवों की ओर वे अधिकाधिक तिरछी होती चली जाती हैं। जैसा कि चित्र से स्पष्ट होगा, लम्बवत् किरणावली की अपेक्षा तिरछी किरणावली धरातल के अधिक क्षेत्र को प्रभावित करती है, जिससे प्रति इकाई क्षेत्रफल को अपेक्षाकृत कम ताप मिलता है। इसके अतिरिक्त लम्बवत् किरणावली की अपेक्षा तिरछी किरणावली परिवर्तनमण्डल (Troposphere) में अधिक लम्बे पथ से गुजरती है, जिससे उसके ताप की अधिक मात्रा को वहाँ की गैसें सोख लेती हैं।

(२) ऊँचाई

यद्यपि ताप का मुख्य उद्गम सूर्य है, तथापि वह वायुमण्डल को सीधे (Directly) नहीं गरम करता। पहले वह विकिरण (Radiation) द्वारा पृथ्वी को गरम करता है। जब भूपृष्ठ गरम हो जाता है, तब वह संचालन द्वारा वायुमण्डल के निम्नतम स्तर को गरम करता है। इस प्रकार ताप क्रमशः नीचे से ऊपर की ओर प्रवाहित होता है। यही कारण है, कि सागर-समथल पर ऊँचे स्थानों की अपेक्षा तापमान अधिक होता है और ज्यों-ज्यों ऊँचाई बढ़ती जाती है, तापक्रम घटता जाता है। सामान्यतः धरातल के निकट प्रत्येक ३२० फुट की ऊँचाई पर तापक्रम 1°F कम हो जाता है। ऊँचाई के साथ तापक्रम के घटने का एक कारण यह भी है कि ऊपर के दबाव के कारण नीचे की हवा ऊपर की हवा से अधिक घनी होती है, जिससे उसमें ताप को ग्रहण करने की अधिक क्षमता होती है।

(३) धरातल के ढाल की दिशा

तापक्रम पर धरातल के ढाल की दिशा का भी प्रभाव पड़ता है। यह कथन चित्र ४४ से स्पष्ट होगा। इस चित्र में ढाल पर स्थित दो स्थान अ और ब प्रदर्शित किये गये हैं। अ स्थान का ढाल सूर्य के सम्मुख है, किन्तु ब स्थान का ढाल सूर्य के विमुख है। चित्र से यह बात स्पष्ट होगी, कि समान किरणावली से आनेवाला ताप 'अ' की अपेक्षा 'ब' पर अधिक क्षेत्रफल को प्रभावित करेगा, जिससे अ की अपेक्षा ब का तापक्रम कम होगा।

ढाल का प्रभाव हवाओं पर भी पड़ता है और हवाये तापक्रम को प्रभावित करती हैं। इस प्रकार भी परोक्ष रूप से ढाल तापक्रम को प्रभावित करता है। उदाहरण के लिये उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिण की ओर मुखवाले ढाल उत्तर की ठण्डी हवाओं से उन्मुक्त रहते हैं, जिससे उनका तापक्रम उतना कम नहीं हो पाता, जितना कि वह अन्यथा होता।

(४) प्रवाहित होनेवाली हवायें

प्रवाहित होनेवाली हवाओं का प्रभाव उस स्थान के तापक्रम पर निर्भर करता है, जहाँ से हवाये आती हैं। समुद्र से आनेवाली वायु तापमान को सम बनाती है अर्थात् गर्मी के तापक्रम को घटाती है और जाड़ों के तापक्रम को बढ़ाती है। इसके विपरीत स्थलसे आनेवाली हवा गर्मी के तापक्रम को बढ़ाती है और जाड़े के तापक्रम को घटाती है। इसके अतिरिक्त ठण्डे प्रदेशों से आनेवाली हवाये तापक्रम को घटाती हैं और उष्ण प्रदेशों से आनेवाली हवाये तापमान को बढ़ाती हैं।

(५) समुद्र से दूरी

स्थल की अपेक्षा जल गरम भी देर से होता है और ठण्डा भी। गर्मी की ऋतु में समुद्र स्थल की अपेक्षा ठण्डा रहता है अतएव समुद्र से चलनेवाली पवन स्थल के तापक्रम को घटा देती है। जाड़ों में समुद्र स्थल की अपेक्षा गरम रहता है, अतएव समुद्र से चलनेवाली पवन स्थल का तापक्रम बढ़ा देती है। अन्य शब्दों में समुद्र से चलनेवाली पवन अथवा समीर (Sea-breeze) तापक्रम को सम बनाती है। यह जलसमीर केवल समुद्रतट के प्रदेशों तक ही सीमित रहती है, यही कारण है, कि समुद्र के निकट जलवायु सम होती है। इसके विपरीत समुद्र से दूर स्थित प्रदेशों में परम (Extreme) जलवायु पाई जाती है।

(६) समुद्र की धारायें

धाराये स्वयं तटों के जलवायु को प्रभावित नहीं करती वरन् उनके ऊपर चलनेवाली हवाओं का प्रभाव तट पर पड़ता है। यदि वायु की दिशा समुद्र से

स्थल की ओर हुई तो—गरम धारा तापक्रम को बढ़ा देगी और ठण्डी धारा तापक्रम को घटा देगी। यदि वायु की दिशा स्थल से समुद्र की ओर हुई तो धारा का तट पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है। उदाहरण के लिये संयुक्त राष्ट्र अमेरिका के पूर्वी तट पर हवाये गर्मियों में समुद्र से स्थल की ओर चलती है अतएव गल्फ स्ट्रीम से तटीय प्रदेश का तापमान बढ़ जाता है, किन्तु जाडो में हवाये स्थल से समुद्र की ओर चलती है अतएव जाडो में गल्फ-स्ट्रीम का अमेरिका के पूर्वी तट पर कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता। इसी प्रकार कनाडा के पूर्वी तट पर लैब्रेडोर की धारा का जाडो में विशेष प्रभाव नहीं पड़ता क्योंकि उस समय हवाये स्थल से समुद्र की ओर चलती है, किन्तु गर्मियों में यह पूर्वी कनाडा के तापक्रम को बहुत घटा देती है, क्योंकि उस समय समुद्र से स्थल की ओर हवायें चलती हैं।

(७) मेघ एवं वर्षा

ऐसे प्रदेशों में जिनमें वर्षा अधिक होती है और आकाश में प्रायः बादल छाये रहते हैं, उन स्थानों की तुलना में जहाँ आकाश खुला रहता है, तापक्रम कम होता है क्योंकि जलवाष्प का स्तर सूर्य की किरणों के मार्ग में बाधक होता है। यही कारण है कि विषुवतीय प्रदेश का औसत तापक्रम जहाँ वर्ष भर बादल छाये रहते हैं और वर्षा होती है, कर्क और अयन रेखा के प्रदेशों से कम है।

(५) भूपृष्ठ पर तापक्रम का सामान्य वितरण

(१) औसत वार्षिक समताप रेखायें (Mean Annual Isotherms)

औसत वार्षिक समताप रेखायें अक्षांश रेखाओं के प्रायः समानान्तर होती हैं अर्थात् उनकी दिशा पूर्व-पश्चिम होती है। इसका कारण यह है कि तापक्रम सूर्यातिपन (Insolation) पर निर्भर है और सूर्यातिपन की मात्रा अक्षांश रेखाओं के अनुसार होती है।

(२) जल और स्थल के वितरण का प्रभाव

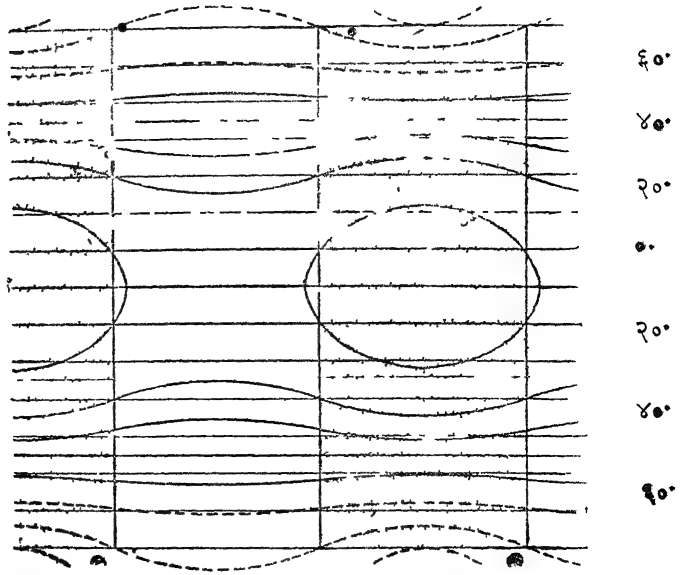
जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है समान ताप से जल की अपेक्षा स्थल अधिक गरम हो जाता है। यही कारण है कि विषुवत रेखा के निकट स्थल पर समताप रेखायें ध्रुवों की ओर झुक जाती हैं और जल पर विषुवत रेखा की ओर दूसरी ओर जल की अपेक्षा स्थल ठण्डा भी जल्दी होता है। इस कारण ध्रुवों के निकट समताप रेखायें विषुवतीय क्षेत्र के विपरीत दिशा में झुक जाती हैं। अन्य शब्दों में ध्रुवीय प्रदेश में स्थल पर समताप रेखायें विषुवत रेखा की ओर झुक जाती हैं और जल पर ध्रुवों की ओर।

स्थल

जल

स्थल

जल



चित्र ४०—तापक्रम के क्षैतिज वितरण पर जल और स्थल का प्रभाव

ध्रुवीय और विषुवतीय प्रदेशों के मध्य में किसी अक्षांश पर स्थल और जल का तापक्रम प्रायः एकसा होगा और वहाँ पर समताप रेखाएँ लगभग सीधी होंगी।

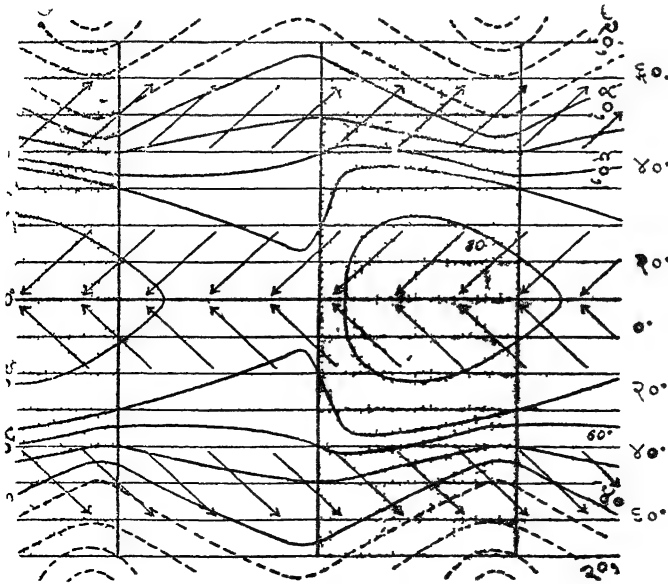
(३) हवाओं का प्रभाव

हवाएँ भी तापक्रम के वितरण को प्रभावित करती हैं। उदधि के 'सागर का तापक्रम' शीर्षक प्रकरण में यह स्पष्ट किया गया है कि जिस तट से हवाएँ चलती हैं, उसका तापक्रम घट जाता है और जिस तट की ओर वे जाती हैं उसका तापक्रम बढ़ जाता है। हवाओं का प्रभाव इसी सिद्धान्त के अनुसार होता है।

४०° उ० अक्षांश के उत्तर में तथा ४०° द० अक्षांश के दक्षिण में पछुवा हवाएँ चलती हैं। इनका प्रभाव यह पड़ता है कि महाद्वीपों के पश्चिमी तट का तापक्रम बढ़ जाता है और पूर्वी तट का तापक्रम घट जाता है। अतएव चित्र ४१ में हवाओं का प्रभाव प्रदर्शित करने के लिये हमें चाहिये कि पछुवा हवा के क्षेत्र में समताप रेखाओं को पूर्वी तट पर विषुवत् रेखा की ओर खिसका दें और पश्चिमी तट पर ध्रुवीय की ओर।

कर्क और अयन रेखाओं के बीच में व्यापारिक हवाएँ चलती हैं। इनकी दिशा प्रायः पूर्व से पश्चिम है अतएव इनका प्रभाव यह पड़ता है कि महाद्वीपों

स्थल जल स्थल जल



चित्र ४१—समताप रेखाओं की आकृति पर हवाओं का प्रभाव

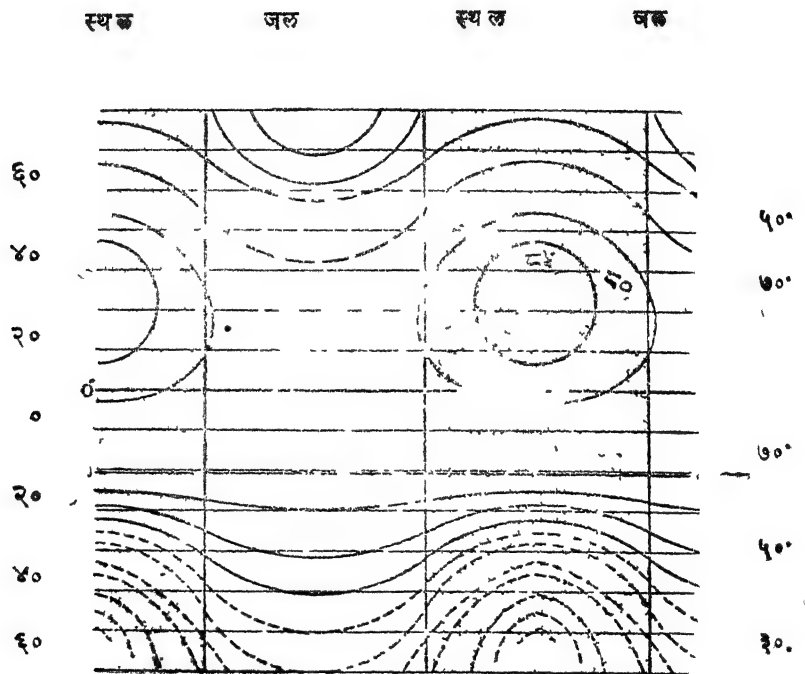
के पूर्वी किनारों का तापक्रम बढ़ जाता है और पश्चिमी किनारों का तापक्रम घट जाता है। अतएव चित्र ४१ में हवाओं के प्रभाव को प्रदर्शित करने के लिये हमें चाहिये कि समताप-रेखाओं को पूर्वीतट पर ध्रुवों की ओर खिसका दें और पश्चिमी तट पर विषुवत रेखा की ओर।

(४) ऋतुओं के अनुसार परिवर्तन

चित्र ४१ में समताप रेखाएँ तापक्रम का वार्षिक औसत प्रदर्शित करती हैं। तापक्रम के मासिक औसत की भी समताप-रेखाएँ बनाई जा सकती हैं, किन्तु वे वार्षिक औसत से भिन्न होंगी। उत्तरी गोलार्द्ध में जुलाई प्रायः सबसे गरम महीना होता है और जनवरी सबसे ठण्डा, अतएव जुलाई की समताप रेखाएँ ग्रीष्म ऋतु का प्रतिनिधित्व कर सकती हैं और जनवरी की समताप रेखाएँ जाड़ों का।

(क) जुलाई की समताप रेखायें

चित्र ४२ में ४५° उ० अक्षांश के उत्तर में स्थल जल की अपेक्षा ठंडा है, किन्तु जुलाई में यह दशा नहीं रहती। यह उत्तरी गोलार्द्ध का ग्रीष्म काल होता है अतएव इसमें उत्तरी गोलार्द्ध के महाद्वीप सागर की अपेक्षा गरम होते हैं। अतएव ४५ उ० अक्षांश के उत्तर में चित्र ४२ की समताप रेखाओं के मोड़ उलट जाते हैं अर्थात् वे समुद्र में विषुवत रेखा की ओर झुक जाती हैं और स्थल में उत्तर की ओर।



चित्र ४२—जुलाई में तापक्रम का सामान्य वितरण

कर्क और मकर रेखा के बीच की समताप रेखाओं में थोड़ा ही परिवर्तन करना होगा। इस क्षेत्र में जल की तुलना में स्थल सदैव अधिक गरम रहता है। जुलाई में यह अन्तर औसत की तुलना में विषुवत रेखा के उत्तर में थोड़ा बढ़ जायगा और दक्षिण में थोड़ा घट जायगा। इसमें सबसे अधिक तापक्रम औसत तापक्रम के चित्र की तुलना में कुछ उत्तर की ओर होगा।

दक्षिणी गोलार्द्ध में जुलाई जाँड़ का महीना है । मकर रेखा के दक्षिण में जल की अपेक्षा स्थल ठण्डा होगा । वार्षिक औसत में भी यही बात लागू होती थी, किन्तु जाँड़ों में यह अन्तर अधिक बढ़ जाता है, अतएव इस क्षेत्र में समताप रेखाओं के मोड़ पूर्ववत् दिशा में रहते हैं, केवल उनकी मात्रा बढ़ा दी जाती है ।

(ख) जनवरी की समताप रेखायें

जुलाई की समताप रेखाओं का अध्ययन कर लेने के बाद जनवरी की समताप रेखाओं की विस्तृत विवेचना अनावश्यक है । जनवरी में उत्तरी गोलार्द्ध में जाँड़ की ऋतु होती है और दक्षिणी गोलार्द्ध में ग्रीष्म की । अतएव जनवरी की समताप रेखायें बनाने के लिये केवल इतना ध्यान रखना चाहिये कि जलाई में जो बात उत्तरी गोलार्द्ध के लिये लागू होती थी, वह अब दक्षिणी गोलार्द्ध को लागू होगी और जो बात तब दक्षिणी गोलार्द्ध को लागू होती थी, वह अब उत्तरी गोलार्द्ध को लागू होगी । संक्षेप में दोनों गोलार्द्धों की दशाओं में अदला-बदली हो जाती है । वास्तव में यदि जुलाई की समताप रेखाओं के मानचित्र के उत्तरी अथवा दक्षिणी किनारे पर एक आईना रख दिया जावे, तो उसमें जो प्रतिबिम्ब बनेगा, वह जनवरी की समतापरेखाओं के अनुरूप होगा । चित्र ४४ से यह कथन स्पष्ट होगा ।

६ तापान्तर (Range of temperature)

१ तापान्तर के विभिन्न भेद

तापान्तर शब्द अनेक अर्थों में प्रयुक्त होता है :—

- (१) परम तापान्तर (Absolute Range of temperature)
= किसी स्थान पर कभी भी (Ever) अनुभव होनेवाला सबसे अधिक और सबसे कम तापक्रम का अन्तर ।
- (२) औसत वार्षिक परम तापान्तर (Mean Annual Extreme Range)
= कई वर्षों के परम तापान्तर का औसत ।
- (३) वार्षिक तापान्तर (Annual Range)
= सबसे गरम महीने का औसत तापक्रम—सबसे ठण्डे महीने का औसत तापक्रम ।
- (४) औसत वार्षिक तापान्तर
= कई वर्षों के वार्षिक तापान्तर का औसत ।

तापान्तर शब्द का प्रयोग अधिकतर औसत वार्षिक तापान्तर के अर्थ में होता है ।

२. तापान्तर को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारक

निम्नलिखित प्रतिकारक तापान्तर को प्रभावित करते हैं —

- (क) अक्षांश
- (ख) ऊँचाई
- (ग) समुद्र से दूरी
- (घ) धरातल का ढाल
- (ङ) समुद्र की धाराएँ तथा प्रवाहित होनेवाली हवाएँ
- (च) मेष एवं वर्षा।

(क) **अक्षांश** — सामान्यतः विषुवत रेखा के निकट तापान्तर कम होता है और ध्रुवों को ओर बढ़ता जाता है। विषुवत रेखा के निकट प्रायः वर्ष भर सूर्य की किरणें सीधी पड़ती हैं और जितने ही हम उत्तर अथवा दक्षिण की ओर बढ़ते हैं उतना ही सूर्य की किरणें अधिक तिरछी होती जाती हैं और दिन और रात की अवधि का अन्तर बढ़ता जाता है।

विषुवत रेखा के निकट औसत वार्षिक तापान्तर असाधारण रूप से कम होता है। वास्तव में इस प्रदेश में जाड़े और गर्मियों की ऋतुएँ ही नहीं होती। उदाहरण के लिये सिगापुर में मई का औसत तापक्रम 21° फ० है और जनवरी का 26° फ०।

शीतोष्ण कटिबन्ध में जाड़े और गर्मियों की निश्चित ऋतुएँ होती हैं। उदाहरण के लिये न्यूयार्क में जुलाई का औसत तापक्रम 75° फ० है और जनवरी का 30° फ०। इस प्रकार यहाँ का तापान्तर 45° है।

सामान्यतः हम यह आशा करते हैं कि ध्रुवीय प्रदेश में तापान्तर बहुत अधिक होगा क्योंकि यहाँ एक ऐसी ऋतु होती है जिसमें सूर्य के कभी दर्शन नहीं होते और दूसरी एक ऋतु है जिसमें सूर्य कभी डूबता ही नहीं। इस क्षेत्र में जाड़ों का तापक्रम अवश्य बहुत कम होता है, किन्तु गर्मियों में तापक्रम अधिक नहीं होता क्योंकि एक तो सूर्य की किरणें बहुत तिरछी पड़ती हैं; दूसरे बर्फ के पिघलने में ताप का अधिकांश भाग व्यय हो जाता है।

वरखोयस्क का जुलाई का औसत तापक्रम 59° फ० है और जनवरी का -5° फ०। इस प्रकार यहाँ का तापान्तर 64° फ० है।

(ख) **ऊँचाई** — सामान्य नियम यह है कि ऊँचाई जितनी बढ़ती जाती है तापक्रम उतना ही कम होता जाता है। इसका अर्थ यह हुआ कि नीचे स्थानों की अपेक्षा ऊँचे स्थानों का तापक्रम जुलाई और जनवरी दोनों में कम होगा। इससे तापान्तर पर कोई प्रभाव न पड़ेगा। यह कथन एक उदाहरण से स्पष्ट

की किरणे सीधी पड़ती है और जितने ही हम उत्तर अथवा दक्षिण की ओर बढ़ते हैं उतना ही सूर्य की किरणे अधिक तिरछी होती जाती है और दिन और रात की अवधि का अन्तर बढ़ता जाता है।

विषुवत रेखा के निकट औसत वार्षिक तापान्तर असम्भारण रूप से कम होता है। वास्तव में इस प्रदेश में जाड़े और गर्मियों की ऋतुये ही नहीं होती। उदाहरण के लिये सिगापुर में मई का औसत तापक्रम 21° फ० है और जनवरी का 32° फ०।

शीतोष्ण कटिबन्ध में जाड़े और गर्मियों की निश्चित ऋतुये होती हैं। उदाहरण के लिये न्यूयार्क में जुलाई का औसत तापक्रम 75° फ० है और जनवरी का 30° फ०। इस प्रकार यहाँ का तापान्तर 45° है।

सामान्यतः हम यह आशा करते हैं कि ध्रुवीय प्रदेश में तापान्तर बहुत अधिक होगा क्योंकि यहाँ एक ऐसी ऋतु होती है जिसमें सूर्य के कभी दर्शन नहीं होते और दूसरी एक ऋतु है जिसमें सूर्य कभी डूबता ही नहीं। इस क्षेत्र में जाड़ों का तापक्रम अवश्य बहुत कम होता है, किन्तु गर्मियों में तापक्रम अधिक नहीं होता क्योंकि एक तो सूर्य की किरणे बहुत तिरछी पड़ती है, दूसरे बर्फ के पिघलने में ताप का अधिकांश भाग व्यय हो जाता है।

वरखोयेंस्क का जुलाई का औसत तापक्रम 59° फ० है और जनवरी का -42° फ०। इस प्रकार यहाँ का तापान्तर 101° फ० है।

(ख) ऊँचाई—सामन्य नियम यह है कि ऊँचाई जितनी बढ़ती जाती है तापक्रम उतना ही कम होता जाता है। इसका अर्थ यह हुआ कि नीचे स्थानों की अपेक्षा ऊँचे स्थानों का तापक्रम जुलाई और जनवरी दोनों में कम होगा। इससे तापान्तर पर कोई प्रभाव न पड़ेगा। यह कथन एक उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिये सागर-समतल पर स्थित किसी स्थान का जुलाई और जनवरी का तापक्रम क्रमशः 20° और 50° है और ऊँचे घरातल पर स्थित किसी अन्य स्थान का जुलाई और जनवरी का तापक्रम क्रमशः 30° और 80° है। स्पष्ट है कि इन दोनों स्थानों का तापान्तर एक ही है $20^{\circ}-50^{\circ}=30^{\circ}$, $30^{\circ}-80^{\circ}=50^{\circ}$ । इस दृष्टि से ऊँचाई का तापान्तर पर कोई भी प्रभाव नहीं पड़ता।

ऊँचाई एक अन्य रीति से भी तापक्रम को प्रभावित करती है। ऊँचे स्थान दिन में सूर्यातपन (Insolation) अधिक मात्रा में ग्रहण करते हैं और रात में उनसे विकिरण भी अधिक होता है। इससे ऊँचे स्थानों में दिन रात का तापान्तर (Diurnal Range) अधिक होता है, किन्तु उससे उनके औसत तापक्रम पर विशेष प्रभाव नहीं पड़ता।

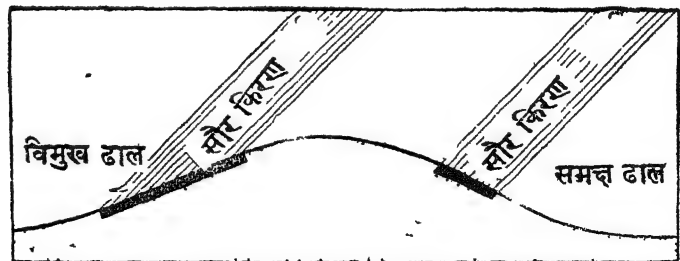
ऊँचे स्थानों की वायु नीचे स्थानों की अपेक्षा विरल (Rare) होती है, जिससे उसमें ताप को ग्रहण करने की शक्ति अपेक्षाकृत कम होती है। अतएव जब धरातल पर सौर-शक्ति अधिक मात्रा में आती है, तो नीचे स्थानों की अपेक्षा ऊँचे स्थानों से कम ग्रहण कर पाते हैं, जिससे उनका तापक्रम उतना ऊँचा नहीं होता, जितना कि वह अन्यथा होता। इसके अनिरिक्त एक और प्रतिकारक भी विचारणीय है। नीचे स्थानों की अपेक्षा ऊँचे स्थानों में मेघावरण की मात्रा अधिक होती है। मेघ सूर्य की किरणों के पथ में बाधक होते हैं और उनके ताप के कुछ भाग को सोख लेते हैं। विरल वायुमण्डल और मेघावरण के कारण ऊँचे स्थानों का दिन का तापक्रम कुछ घट जाता है जिससे तापान्तर भी प्रायः प्रभावित होता है अर्थात् थोड़ा सा कम हो जाता है।

ऊँचाई के प्रभाव का स्वतन्त्र अध्ययन कठिन है। वायु की दिशा, समुद्र की दूरी, धरातल की आकृति एवं अन्य प्रतिकारकों के साथ इसके प्रभाव का अध्ययन अधिक सुविधाजनक होता है।

(ग) समुद्र से दूरी—जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, समुद्र तापक्रम को सम बनाता है अर्थात् वह जाड़ों के तापक्रम को बढ़ाता है और गर्मियों के तापक्रम को घटाता है, अतएव जो स्थान समुद्र के तट पर स्थित होते हैं, उनमें तापान्तर कम होता है। महाद्वीपों के अभ्यन्तर तक समुद्र का प्रभाव नहीं पहुँचता, जिससे वहाँ तापान्तर की मात्रा बहुत होती है। उदाहरण—

नगर	जुलाई तापक्रम	जनवरी तापक्रम	तापान्तर
लाहौर	९५°	५४°	४१°
बम्बई	८३°	७४°	९°

(घ) धरातल का ढाल—सूर्य की ओर मुखवाले ढाल विमुख ढाल की अपेक्षा गर्मियों में अधिक गरम होते हैं और जाड़ों में कम ठण्डे। गर्मियों में इनके



चित्र ४४—तापक्रम पर धरातल के ढाल का प्रभाव

अधिक गरम होने का कारण यह है कि सूर्य के सामने पडने से इनमें सूर्यातपन अधिक होता है चित्र ४४ से यह कथन स्पष्ट होगा। जाडो में इनके कम ठण्डे होने का कारण यह है, कि विमुख ढाल आडमें पड जाने से बहुत ठण्डे हो जाते हैं। यदि उपर्युक्त दोनों प्रभाव बराबर हुए तब तो तापान्तर पर कोई प्रभाव न पड़ेगा, किन्तु सामान्यतः ऐसा नहीं होता, अतएव तापान्तर प्रभावित होता है।

(ड) समुद्र की धारारें तथा प्रवाहित होनेवाली हवायें—इस सम्बन्ध में केवल दो उदाहरण दिये जा रहे हैं उनसे इस प्रभाव में निहित सिद्धान्त स्पष्ट हो जायगा—

(१) संयुक्त राष्ट्र अमेरिका के पूर्वी तट पर गर्मियों में हवायें समुद्र से स्थल की ओर चलती हैं, अतएव इस ऋतु में गल्फ-स्ट्रीम से तटीय प्रदेश का तापक्रम बढ़ जाता है। जाडो में हवायें स्थल से जल की ओर चलती हैं, अतएव जाडो में अमरीका के पूर्वी तट पर गल्फ-स्ट्रीम का कोई भी प्रभाव नहीं पड़ता। इस प्रकार इस दशा में धारा और वायु के कारण तापान्तर बढ़ गया है।

(२) कैनाडा के पूर्वी तट पर बहनेवाली लैब्रेडोर की शीतल धारा का जाडों में विशेष प्रभाव नहीं पड़ता क्योंकि उस समय हवायें स्थल से जल की ओर चलती हैं किन्तु गर्मियों में इस धारा के कारण पूर्वी कैनाडा का तापक्रम बहुत घट जाता है क्योंकि उस समय समुद्र से स्थल की ओर हवायें चलती हैं। इस प्रकार इस दशा में धारा और वायु के कारण तापान्तर कम हो गया है।

(च) मेघ एवं वर्षा—जिन स्थानों में वर्ष भर बादल छाये रहते हैं और घनघोर वृष्टि होती है, उनका गर्मियों का औसत तापक्रम अपेक्षाकृत कम होता है, क्योंकि बादल सौर ताप के कुछ अंश को सोख लेते हैं, और कुछ ताप वाष्पीकरण की क्रिया में व्यय हो जाता है। दूसरी ओर, जाडों की ऋतु में बादलों का आवरण पृथ्वी के विकिरण को रोकता है अर्थात् बादलों के कारण जाडों का औसत तापक्रम अपेक्षाकृत अधिक होता है। अन्य शब्दों में बादल और वर्षा के कारण औसत वार्षिक तापान्तर कम हो जाता है। यही कारण है कि ब्रिटिश द्वीप समूह में तापान्तर बहुत कम होता है।

अष्टम् परिच्छेद

तापक्रम का लम्बवत् वितरण

(Vertical Distribution of Temperature)

१. तापक्रम की लम्बवत् प्रवणता

(Vertical gradient of temperature)

जब हम धरातल से वायुमण्डल में ऊपर की ओर जाते हैं, तो तापक्रम क्रमशः घटता जाता है। प्रत्येक ३२० फुट की ऊँचाई पर तापक्रम 1° फ० कम हो जाता है। इसे हम तापक्रम की लम्बवत् प्रवणता कहते हैं।

२ ऊँचाई के साथ तापक्रम घटने का कारण

सामान्यतः हम यह आशा करते हैं कि अधिक ऊँचाई पर तापक्रम अधिक होगा, क्योंकि वह धरातल की अपेक्षा सूर्य से निकट है, जिससे वहाँ सूर्य की किरणें अधिक प्रखर होती हैं। यह सत्य भी है। इसका प्रमाण यह है, कि मैदान की अपेक्षा पर्वतों पर मनुष्य का चेहरा धूप से जल्दी झुलस जाता है। यह सत्य होते हुए भी मैदान की अपेक्षा पहाड़ों की वायु ठण्डी होती है। अतएव हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि हवा के गरम होने का प्रत्यक्ष कारण सूर्य की किरणें नहीं हैं।

वायु को सूर्य के विकिरण की अपेक्षा पृथ्वी के सस्पर्श से अधिक ताप मिलता है। जब हम आग के निकट बैठते हैं, तब हम उसके ताप का अनुभव करते हैं, यद्यपि हमारे और आग के बीच की वायु ठण्डी रहती है। इसी प्रकार सूर्य की किरणें पृथ्वी को गर्म करती हैं, यद्यपि बीच का वायुमण्डल ठण्डा रहता है। जब धरातल गर्म होता है, तब वह संचालन द्वारा वायु के सबसे नीचे स्तर को गरम करता है। फिर ताप एक स्तर से दूसरे स्तर में होता हुआ ऊपर की ओर फैलता जाता है। गरम होने से वायु ऊपर उठती है; जो स्थान रिक्त होता है, उसकी पूर्ति ऊपर की अपेक्षाकृत ठण्डी वायु करती है, फिर वह भी गर्म होकर ऊपर उठती है। इस प्रकार संवाहन की धाराएँ अस्तित्व में आ जाती हैं।

उपर्युक्त कथन से स्पष्ट है, कि ताप के ऊपर फैलने में संचालन और संवाहन दोनों क्रियाएँ सहायक होती हैं।

निम्नलिखित प्रयोग द्वारा इस कथन की पुष्टि की जा सकती है कि वायु के ताप पर सूर्य की किरणों का सीधा प्रभाव नहीं पड़ता—

प्रयोग—किसी ऐसे दिन जब धूप निकली हो और वायुमण्डल शान्त हो एक थर्मामीटर लेकर खुली हवा में, जहाँ धूप हो, लटका दीजिये। आप देखेंगे कि थर्मामीटर का पारा तुरन्त ऊपर चढ़ता है और तापक्रम बढ़ जाता है। इसके बाद आप उसी थर्मामीटर को उसी धूप और उसी हवा में हिलाइये। आप देखेंगे कि थर्मामीटर को हवा में हिलाते ही, उसका तापक्रम गिर जाता है। इसका कारण यह है कि यद्यपि सूर्य थर्मामीटर को गरम करता है, तथापि बीच की हवा पर उसका प्रभाव नहीं पड़ता; जब हम थर्मामीटर को हिलाते हैं, तब वह वायु के कणों के सम्पर्क में आता है। वायु का तापक्रम कम होता है; यही कारण है कि उसके सस्पर्श में आने से थर्मामीटर का तापक्रम घट जाता है। दूसरी ओर, जब हम थर्मामीटर को धूप में शान्तिपूर्वक लटकते रहने देते हैं, तब सूर्य की किरणें थर्मामीटर को गरम करती हैं और तब संचालन द्वारा थर्मामीटर अपने निकट की वायु को गरम करता है।

उपर्युक्त प्रयोग से स्पष्ट है, कि ऊँचाई के साथ तापक्रम के घटने का कारण यह है, कि वायु नीचे से गरम होती है। इसके अतिरिक्त एक दूसरा कारण भी है, जो हवा के दबाव पर अवलम्बित है। वह यह है—

जब वायु दबती है, यदि उस समय न उसमें ताप का प्रवेश कराया जावे और न उसमें से ताप निकाला जावे, तब उसका तापक्रम बढ़ जाता है। यही कारण है, कि हवा भरते समय साइकिल का पम्प गरम हो जाता है। दूसरी ओर दबाव के घटने से जब वायु फैलती है, यदि उस समय उसमें न ताप का प्रवेश कराया जाय और न उसमें से ताप निकाला जाय, तब उसका तापक्रम घट जाता है।

वायु का दबाव वायुमण्डल के ऊपरी भाग की अपेक्षा धरातल के निकट अधिक होता है। अतएव जब किसी भी कारण वायु ऊपर उठती है, तब वह अधिक दबाव से अपेक्षाकृत कम दबाव के क्षेत्र में जाती है। दबाव के कम हो जाने से वह फैलती है और उपर्युक्त सिद्धान्त के अनुसार उसका तापक्रम घट जाता है। दूसरी ओर, जब वायुमण्डल के ऊपरी भाग की वायु नीचे उतरती है, तब वह कम दबाव के क्षेत्र से अधिक दबाव के क्षेत्र में आती है, जिससे वह दबती है और उपर्युक्त सिद्धान्त के अनुसार उसका तापक्रम बढ़ जाता है।

इस प्रकार वायुमण्डल के निचले भागों में तापक्रम अधिक है और वह ऊपर की ओर घटता जाता है।

३. अभिन्न स्थायी एवं अस्थायी साम्य (Indifferent, Stable and Unstable equilibrium)

जब किसी वायु-प्रवाह के पथ में पहाड़ी आ जाती है, तब उस वायु को पहाड़ी पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है। जब वायु ऊपर चढ़ते हुए पहाड़ी की चोटी पर पहुँचती है, उस समय उसके समक्ष तीन विकल्प (Alternatives) होते हैं —

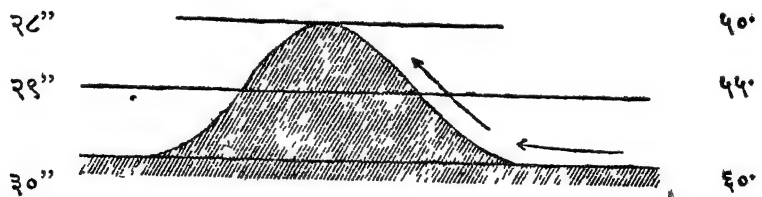
- (१) या तो वह ऊपर चढ़ती चली जाती है।
- (२) या वह पहाड़ी के पिछले ढाल पर नीचे उतरती है।
- (३) या वह वही चोटी पर स्थिर रहती है।

वायु उपर्युक्त तीन विकल्पों में किसे अपनायेगी, यह तापक्रम की लम्बवत् प्रवणता पर निर्भर है।

मान लीजिए, हमारे पास ऐसी शुष्क वायु है, जिसका तापक्रम ३० इंच के दबाव पर ६०° फ० है। यदि इस वायु का दबाव घटाकर २९ इंच कर दिया जाता है, तो उसका तापक्रम ५५° फ० हो जाता है। यदि दबाव को और भी घटाकर २८ इंच कर दिया जाय तो वायु का तापक्रम ५०° फ० हो जाता है।

चित्र ४५ में एक पहाड़ी दिखलाई गई है और वायुमण्डल की विभिन्न ऊँचाइयों पर तापक्रम और दबाव प्रदर्शित किये गये हैं। मान लीजिये वह सूखी हवा, जिसका ऊपर उल्लेख हो चुका है, इस क्षेत्र में प्रवाहित होती है। जब यह वायु पहाड़ी के सम्पर्क में आती है, तब उसे चित्रानुसार ढाल पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है। घरातल पर इस वायु का तापक्रम ६०° फ० है, क्योंकि वहाँ दबाव

तापक्रम



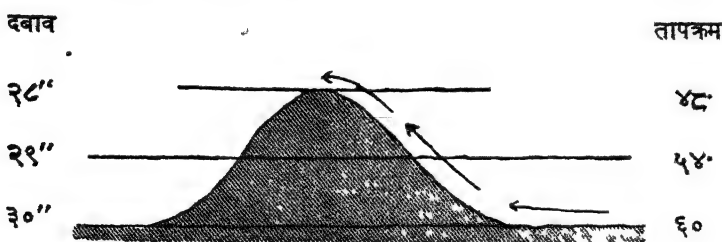
चित्र ४५—अभिन्न साम्य

पर ३० इंच का दबाव है। वायुमण्डल की वायु का भी घरातल पर यही तापक्रम है। ९०० फुट की ऊँचाई पर दबाव एक इंच घट जाता है अर्थात् २९ इंच रह

जाता है। अतएव, जब शुष्क वायु ढाल पर ९०० फुट की लम्बावत ऊँचाई तय कर लेती है, तब उस पर २९ इंच का दबाव हो जाता है। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है; २९ इंच के दबाव पर उपर्युक्त शुष्क वायु का तापक्रम 55° फ० हो जाता है। इस ऊँचाई पर वायुमण्डल की वायु का भी यही तापक्रम है। इसी प्रकार पहाड़ी की चोटी पर पहुँचकर शुष्क वायु का तापक्रम 50° फ० रह जाता है और यही तापक्रम इस ऊँचाई पर स्थित वायुमण्डल की वायु का भी है।

अन्य शब्दों में, इस दशा में, बाध्य होकर ढाल पर चढ़नेवाली वायु और उसी समतल की वायुमण्डल की वायु का तापक्रम प्रत्येक ऊँचाई पर समान है। तापक्रम समान होने से इन वायु-राशियों का घनत्व भी एक सा होगा। अतएव यदि प्रवाहित होनेवाली वायु किसी भी समय ढाल पर कहीं भी रुक जाती है, तब वह वही पर स्थिर रहती है, अर्थात् न वह ऊपर जाती है और न नीचे आती है। ऐसी दशा में हम यह कहते हैं कि वायु अभिन्न साम्य (Indifferent equilibrium) की अवस्था में है। इस दशा में वायुमण्डल की प्रवणता 5° फ० प्रति ९०० फुट है, जो शुष्क वायु की प्रवणता है।

यह आवश्यक नहीं है कि वायुमण्डल के तापक्रम की प्रवणता सदैव 5° फ० प्रति ९०० फुट ही हो। वह कम भी हो सकती है और अधिक भी। चित्र ४६ में एक पहाड़ी दिखाई गई है और वायुमण्डल की विभिन्न ऊँचाइयों पर दबाव और तापमान प्रदर्शित किये गये हैं। इस दशा में वायुमण्डल की प्रवणता 6° प्रति ९०० फुट है।

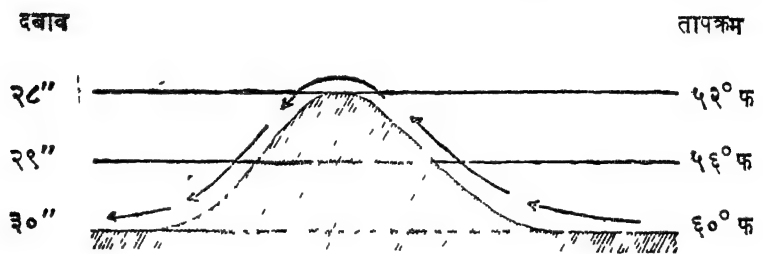


चित्र ४६—अस्थायी साम्य

यदि शुष्क वायु को इस पहाड़ी पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है, तो ९०० फुट की ऊँचाई पर जब उस पर २९ इंच का दबाव होता है, तब उसका तापक्रम 55° फ० हो जाता है। किन्तु उसी समतल की वायु का तापक्रम 54° फ० है। अन्य शब्दों में ऊपर चढ़नेवाली वायु वायुमण्डल की वायु से हल्की होती है अतएव यदि वायुप्रवाह रुक भी जाय, तो भी यह वायु ऊपर चढ़ेगी। इसी

प्रकार १८०० फुट की ऊँचाई पर ऊपर चढ़नेवाली वायु का तापक्रम 50° फ० होगा जब कि उसी समतल पर वायुमण्डल की वायु का तापक्रम केवल 42° फ० है। अतएव, इस दशा में भी प्रवाह रुक जाने पर ढाल की वायु ऊपर उठेगी। ऐसी दशा में यह कहा जाता है कि वायु अस्थायी साम्य (Unstable Equilibrium) की अवस्था में है।

एक और भी अवस्था हो सकती है, जो चित्र में प्रदर्शित की गई है। इस दशा में जब शुष्क वायु १०० फुट का ऊँचाई पर पहुँचती है, तब उसका तापक्रम 55° फ० होता है और इसी समतल पर वायुमण्डल की वायु का तापमान 56° है। अन्य शब्दों में ऊपर चढ़नेवाली वायु वायुमण्डल की वायु को अपेक्षा भारी हो जाती है अतएव, ऐसी दशा में, यदि ऊपर चढ़नेवाली वायु का प्रवाह किसी भी समय रुक जाय तो वायु ऊपर न जाकर नीचे उतरती है। इससे यह भी स्पष्ट होगा कि यदि वायु पहाड़ी की चोटी तक पहुँच जाती है, तो उसके



चित्र ४७—स्थायी साम्य

बाद वह दूसरी ओर नीचे उतरती है। इस साम्य को स्थायी साम्य (Stable Equilibrium) कहते हैं।

संक्षेप में—

(१) अभिन्न साम्य की दशा में यदि किसी भी वायु राशि को ऊपर या नीचे जाने के लिये बाध्य होना पड़ता है, तो वह वायुमण्डल के तापक्रम को ग्रहण कर लेती है और जब प्रवाह-शक्ति क्षीण हो जाती है तब वह वही स्थिर रहती है जहाँ वह पहुँच चुकी है।

(२) अस्थायी साम्य की दशा में यदि किसी वायु-राशि को ऊपर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है, तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा गरम हो जाती है, अतएव वह प्रवाह-शक्ति क्षीण हो जाने पर भी ऊपर उठती है; इसके विपरीत

यदि उसे नीचे उतरने के लिये बाध्य होना पड़ता है, तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा अधिक ठण्डी हो जाती है अतएव प्रवाह-शक्ति क्षीण हो जगह पर भी वह नीचे उतरती है। अन्य शब्दों में इस साम्य में प्रवाह पूर्ववत् दिशा में जारी रहता है।

(३) स्थायी साम्य की दशा में यदि किसी वायुराशि को ऊपर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है, तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा शीतल हो जाती है अतएव प्रवाह-शक्ति के क्षीण हो जाने पर वह नीचे उतर कर अपने पूर्ववत् समतल पर आ जाती है; दूसरी ओर यदि उसे नीचे उतरने के लिये बाध्य होना पड़ता है तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा उष्ण हो जाती है अतएव प्रवाह-शक्ति के क्षीण होने पर वह ऊपर चढ़कर अपने पूर्ववत् समतल पर आ जाती है। अन्य शब्दों में इस साम्य में प्रवाह विपरीत दिशा में होता है।

४ सामान्य प्रवणता (Normal Gradient)

तापक्रम के अभिन्न साम्य की प्रवणता को हम सामान्य प्रवणता (Normal Gradient) कहते हैं। उपर्युक्त कथन से स्पष्ट है, कि स्थायी साम्य की दशा में प्रवणता सामान्य प्रवणता की अपेक्षा अधिक होती है और स्थायी साम्य में कम।

५ प्रवणता पर जलवाष्प का प्रभाव

शुष्क वायु की सामान्य लम्बवत् प्रवणता आर्द्र वायु की अपेक्षा कम होती है इसका कारण यह है कि आर्द्र वायु के द्रवीभवन से गुप्त-ताप विकसित होता है, जिससे तापक्रम अपेक्षाकृत धीरे-धीरे घटता है।

६ वायुमण्डल के विभिन्न स्तरों की लम्बवत् प्रवणता

लम्बवत् प्रवणता के विचार से वायुमण्डल के तीन भाग किये जा सकते हैं —

(१) नीचे का स्तर—इसका विस्तार धरातल से लेकर लगभग १०,००० फुट की ऊँचाई तक है। इसकी प्रवणता शुष्क वायु की औसत प्रवणता से कम होती है क्योंकि इसमें जलवाष्प की मात्रा रहती है।

(२) मध्य का स्तर—इसका विस्तार लगभग १०,००० फुट की ऊँचाई से लेकर लगभग ३३,००० फुट तक है। इसकी प्रवणता शुष्क वायु की औसत प्रवणता के लगभग समान है।

(३) ऊपर का स्तर—इसका विस्तार ३३,००० फुट के ऊपर है। इसमें प्रवणता नहीं है और कहीं-कहीं अत्यन्त मन्द वेग से उलटी प्रवणता पाई जाती है।

उपर्युक्त तथ्य उत्तरी पश्चिमी योरप के अवलोकनो पर आधारित है। संसार के अन्य भागो में इन सख्याओ में थोडा अन्तर होगा।

७ पर्वतों का तापक्रम

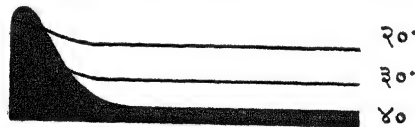
दिन की दशा—दिन में सूर्य की किरणों से पहाड़ गरम होता है और जो वायु उसके धरातल के निकट होती है, सस्पर्श द्वारा वह भी गरम होती है। अतएव पहाड़ के निकट की वायु का तापक्रम अपने समतल की शेष वायु की तुलना में अधिक होता है जिससे समतापीयपृष्ठ (Isothermal Surface) पहाड़ के निकट ऊपर की ओर मुड़ जाता है, जैसा कि चित्र ४८ में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र ४८—पर्वत के पार्श्व का दिन में तापक्रम

पहाड़ के धरातल की वायु के ऊपर उठने से जो स्थान रिक्त होता है, उसकी पूर्ति के लिये मैदान की ओर से ठण्डी हवा चलती है इस प्रकार, यद्यपि पहाड़ का तापक्रम मैदान की अपेक्षा अधिक होता है, तथापि उसके धरातल की वायु का तापक्रम कम होता है।

रात्रि की दशा—रात्रि में दशाये बिल्कुल विपरीत हो जाती है। पहाड़ के ठण्डे होने से सस्पर्श द्वारा उसके धरातल के निकट की वायु भी ठण्डी होती है



चित्र ४९—पर्वत के पार्श्व का रात्रि में तापक्रम

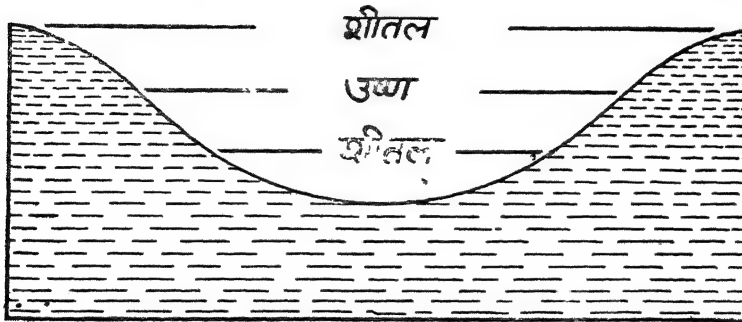
यह वायु अपने समतल की शेष वायु की तुलना में अधिक ठण्डी होती है, जिससे समतापीय पृष्ठ पहाड़ के निकट नीचे की ओर झुक जाता है। चित्र ४९ से यह कथन स्पष्ट होगा। इस दशा में पहाड़ के धरातल की ठण्डी वायु अपने समतल की शेष वायु की अपेक्षा अधिक भारी होने के कारण ढाल के अनुरूप नीचे उतरती है।

८ पर्वत और घाटी की हवायें

उपर्युक्त विवेचना से स्पष्ट है कि जब वायुमण्डल शान्त होता है, तब दिन में वायु ढाल के अनुरूप पहाड़ के ऊपर चढ़ती है और रात में ठण्डी हवा पहाड़ से ढाल पर नीचे उतरती है।

९ तापक्रम का उत्क्रमण (Inversion of temperature)

जाड़ो में रातें लम्बी होती हैं। यदि वायुमण्डल शान्त हुआ तो चित्र ४९ की दशा घण्टी बनी रहती है। ठण्डी वायु, जो पहाड़ से ढाल पर नीचे उतरती है, घाटी के तल में क्रमशः एकत्र होती रहती है। इस प्रकार घाटी के निचले भाग में ठण्डी हवा को राशि आरूढ़ होती है, किन्तु उसके ऊपर की वायु अपेक्षाकृत उष्ण होती है क्योंकि उसे ठण्डे धरातल के संपर्क में नहीं आना पड़ा। इस उष्ण वायु के ऊपर की वायु ठण्डी होती है, क्योंकि सामान्य नियम के अनुसार ऊँचाई के साथ तापक्रम घटता जाता है।



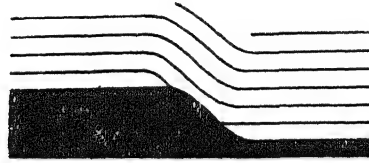
चित्र ५० तापक्रम का उत्क्रमण

सामान्यतः, ज्यों-ज्यों हम वायुमण्डल में नीचे से ऊपर की ओर जाते हैं त्यों-त्यों तापक्रम क्रमशः घटता जाता है। वायु के उष्ण स्तर के ऊपर हमें शीतल स्तर मिलता है और उसके ऊपर और भी शीतल स्तर मिलता है। अन्य शब्दों में, जब हम ऊपर जाते हैं, तब हमें स्तरों का क्रम इस प्रकार मिलता है—उष्ण शीतल, अधिक शीतल। इस विशेष दशा में घाटी में ठण्डी हवा के एकत्र हो जाने से स्तरों का क्रम इस प्रकार हो गया है—शीतल, उष्ण, शीतल। तापमान के सामान्य क्रम के इस प्रकार उलट जाने को हम 'तापक्रम का उत्क्रमण' (Inversion of temperature) कहते हैं।

आल्प्स पर्वत की घाटियों में तापक्रम का उत्क्रमण बहुत होता है।

१० पठार का तापक्रम

पठार और पर्वत में यही मुख्य भेद है कि पठार पर्वत की अपेक्षा बहुत चौड़ा होता है। अतएव पठार का तापक्रम (चित्र ५१) पर्वत के तापक्रम (चित्र ४८) से मिलता-जुलता है, अन्तर केवल यह होता है, कि पठार के समतल धरातल के ऊपर समतापीय पृष्ठ (Isothermal Surfaces) मैदान की भाँति क्षैतिज होते हैं। चित्र ५१ से प्रकट है कि सागर समतल से समान ऊँचाई पर पठार के ऊपर की वायु मैदान के ऊपर की वायु की अपेक्षा गरम होती है। गरम होने के कारण वह हल्की होती है और ऊपर उठती है। उसके रिक्त स्थान की पूर्ति के लिये मैदान के ऊपर की ठण्डी हवाये आती है। अतएव, यद्यपि स्वयं पठार का तापक्रम अधिक होता है, तथापि उसके धरातल पर ठण्डी हवाये प्रवाहित होती है।



चित्र ५१ पठार का तापक्रम

पठार जितना ही अधिक ऊँचा होगा उसके ऊपर की वायु और उसी समतल पर मैदान की वायु के तापक्रम में उतना ही अधिक अन्तर होगा। यह अन्तर जितना ही अधिक होगा, मैदान से पठार की ओर चलने वाली वायु का वेग उतना ही अधिक होगा। एशिया में चलनेवाली मानसून हवाओं के वेगवान होने का एक कारण मध्यवर्ती पठार का ऊँचा होना है।

—————

नवीं परिच्छेद

आर्द्रता

१. वायु में विद्यमान जलवाष्प और उसका उद्गम

जलवाष्प (Water-Vapour) वायुमण्डल के निचले स्तरों में रहती है। इसकी मात्रा सभी स्थानों में एकसी नहीं रहती—उदाहरण के लिये जलाशयों के निकट यह अधिक मात्रा में पाई जाती है और मरुस्थलों के ऊपर न्यून होती है। इसके अतिरिक्त किसी एक स्थान पर जलवाष्प की मात्रा सदैव एक सी नहीं रहती। समय के अनुसार उसमें अन्तर होते रहते हैं। किसी भी स्थान पर वर्षा-ऋतु में जलवाष्प की मात्रा बढ़ जाती है और ग्रीष्म ऋतु में कम हो जाती है।

वायुमण्डल की यह जलवाष्प नदी, तालाब, झील, सागर आदि के जल के वाष्पीकरण (Evaporation) से बनती है। यहाँ तक कि हिम और बर्फ में भी अल्प मात्रा में वाष्पीकरण होता है।

२ परम आर्द्रता (Absolute Humidity) एवं आपेक्षिक आर्द्रता (Relative Humidity)

किसी विशेष तापक्रम पर वायु के इकाई आयतन में विद्यमान भाप की मात्रा को हम उस वायु की परम आर्द्रता (Absolute Humidity) कहते हैं। मान लीजिये ७०° फ० तापक्रम पर एक घन फुट वायु में ५ ग्राम भाप वर्तमान है; ऐसी दशा में वायु की परम आर्द्रता ५ ग्राम हुई।

जब वायु में इतनी भाप रहती है, जितनी वह अधिक से अधिक ग्रहण कर सकती है, तब हम उस वायु को भाप से सतृप्त (Saturated) वायु कहते हैं। मान लीजिये ७० फ० पर एक घन फुट वायु को भाप से सतृप्त करने पर उसमें १० ग्राम भाप आती है। अन्य शब्दों में ७० फ० तापक्रम पर एक घन फुट वायु अधिक से अधिक १० ग्राम ग्रहण कर सकती है। ऐसी दशा में यदि हम ५ ग्राम और १० ग्राम के अनुपात को प्रतिशत में प्रकट करे तो उसे हम उपर्युक्त वायु की आपेक्षिक आर्द्रता (Relative Humidity) कहते हैं अन्य शब्दों में किसी वायु की आपेक्षिक आर्द्रता प्रतिशत में प्रकट किया गया वह सम्बन्ध है, जो उस वायु में विद्यमान भाप की मात्रा में और उसी तापक्रम पर, उसी आयतन

की सतृप्त वायु की भाप की मात्रा में होता है उपर्युक्त दशा में वायु की परम आर्द्रता ५ ग्राम है और उसकी आपेक्षिक आर्द्रता ५० % है।

संक्षेप में, वायु में वर्तमान भाप और उसमें सम्भव अधिक से अधिक भाप का प्रतिशत में प्रकट किया गया सम्बन्ध ही आपेक्षिक आर्द्रता है।

३. ओसांक (Dew Point)

वायु गरम होने पर फैलती है, जिससे उसका आयतन बढ़ जाता है। आयतन के बढ़ जाने से उसकी भापको ग्रहण करने की क्षमता भी बढ़ जाती है।

दूसरी ओर ठण्डी होने पर वायु सिकुड़ती है। आयतन के घट जाने से उसकी भाप को ग्रहण करने की सामर्थ्य भी घट जाती है।

अतएव, जब वायु को क्रमशः ठण्डा किया जाता है, तो उसकी भाप को ग्रहण करने की शक्ति भी क्रमशः घटती जाती है। अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वह इतनी भाप ग्रहण कर लेती है, जितनी अधिक से अधिक उसमें आ सकती है। अन्य शब्दों में, वायु भाप से सतृप्त (Saturated) होती जाती है यदि इसके बाद भी उसे ठण्डा किया जाता है, तो भाप का द्रवीभवन (Condensation) आरम्भ हो जाता है। द्रवीभवन का अर्थ है भाप का जलकणों में परिवर्तन। जिस तापक्रम पर द्रवीभवन आरम्भ होता है, उसे हम ओसांक (Dew Point) कहते हैं।

संक्षेप में, ओसांक वह तापक्रम है जिस पर वायु अधिक से अधिक भाप ग्रहण कर सकती है।

४. धूलि-कणों का महत्त्व

भाप के द्रवीभूत होने के लिये वायु में धूलिकण होना आवश्यक है। द्रवित होकर भाप धूलि-कणों पर ही गिरती है। यदि वायु में धूलि-कण न हों, तो वह बहुत अधिक ठण्डा करने पर भी द्रवित न होगी। घनवातिकी शास्त्र (Meteorology) में धूलिकणों की बड़ी महत्ता है। यदि धूलिकण न होते तो कुहासा, कुहरा, पाला, वर्षा, मेघ कुछ भी न होता।

५. ओस (Dew), पाला (Frost), कुहरा (Fog) और कुहासा (Mist) (क) ओस (Dew)

सौर ताप से दिन भर की तपी पृथ्वी सन्ध्या समय सूर्यास्त होते ही ठण्डी होने लगती है। पृथ्वी के ठण्डे होने से वायुमण्डल का सबसे निचला स्तर, जो धरातल का संपर्क करता है, ठण्डा होता है। जैसे-जैसे वायु का तापमान घटता है, वैसे-वैसे उसकी जलवाष्प को ग्रहण करने की क्षमता भी क्षीण होती जाती है।

कालान्तर में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वायु जलवाष्प से सन्तृप्त हो जाती है, अर्थात् उसमें इतना जलवाष्प रहता है, जितना कि वह अधिक में अधिक ग्रहण कर सकती है। ऐसी दशा में यदि वायु तनिक भी और ठण्डी होती है तो जलवाष्प द्रवित होकर ओस के रूप में ठण्डे पदार्थों पर गिर पड़ती है। यहाँ पर यह उल्लेख कर देना अनुचित न होगा कि ताप के अच्छे संचालकों की अपेक्षा बुरे संचालकों पर ओस अधिक पड़ती है। यही कारण है, कि मकानों और चट्टानों की अपेक्षा घास-पात पर ओस अधिक पाई जाती है।

(ख) पाला, तुषार अथवा तुहिन (Frost)

यदि ओसाक (Dew Point) 32°C से कम हुआ तो जलवाष्प जलकणों के रूप में द्रवित न होकर हिमकणों के रूप में द्रवीभूत होती है। इसे ही हम तुहिन, तुषार अथवा पाला कहते हैं।

(ग) कुहरा (Fog)

उपर्युक्त अध्ययन से यह स्पष्ट है कि ओस वही बनती है, जहाँ वायु अपने से अधिक शीतल पदार्थ के सस्पर्श में आने से ठण्डी होती है और द्रवित होकर जलकणों के रूप में उस पर गिर पड़ती है। किन्तु यदि वायुमण्डल के निचले स्तर भाग-विशेष में शीतल न होकर सर्वत्र समान रूप से ठण्डे हों, तब समस्त वायु के अन्दर द्रवीभवन (Condensation) होता है। इस प्रकार वायु में जलकणों के व्याप्त हो जाने को हम 'कुहरा' कहते हैं। कुहरा से हमारी दृश्यता (Visibility) घट जाती है और हमें १००० मीटर दूर स्थित वस्तुयें दिखाई नहीं देती।

(घ) कुहासा अथवा कूहा (Mist)

पतले कुहरे को हम कुहासा अथवा कूहा कहते हैं। घनवातिकी विज्ञान (Meteorology) के अनुसार हम इस वृत्त (Phenomenon) को कुहासा तब कहते हैं, जब हम इसमें १००० मीटर से अधिक दूर तक देख सकें, यदि दृश्यता १००० मीटर से घट जाती है, तो हम इसे कुहासा न कहकर कुहरा कहते हैं।

६. आर्द्रतामापक

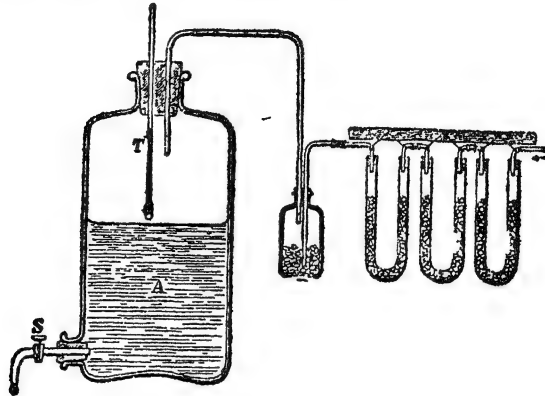
जिस यंत्र से आर्द्रता नापी जाती है उसे हम आर्द्रतामापक अथवा हाइग्रोमीटर (Hygrometer) कहते हैं। हाइग्रोमीटर ग्रीक भाषा का शब्द है (Hygros=Wet, Metron = a Measure) जिसका अर्थ है आर्द्रता नापने का यंत्र। आर्द्रतामापक मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं —

(१) रासायनिक आर्द्रतामापक (Chemical Hygrometers) ।

(२) भौतिक आर्द्रतामापक (Physical Hygrometers) ।

(१) रासायनिक आर्द्रतामापक

इस यंत्र की सहायता से वायु के किसी निश्चित आयतन में विद्यमान जलवाष्प की मात्रा ज्ञात की जा सकती है। यह यंत्र चित्र ५२ में प्रदर्शित किया गया है। इसके प्रमुख अंग निम्नलिखित हैं —



चित्र ५२—रासायनिक आर्द्रतामापक

(१) 'क' एक टोटीदार बोतल है, जिसमें पानी भरा रहता है। टोटी के खोल देने से जब पानी बाहर निकलता है, तब रिक्त स्थान की पूर्ति के लिये यह बोतल 'ख' से वायु को खींचती है। इसी आधार पर इस बोतल को वायु-चूषक (Aspirator) की सजा दी गई है।

(२) 'ख' एक छोटी सी बोतल है, जो नली द्वारा वायुचूषक से संबन्धित है। इसमें गाढ़ा गन्धक का तेजाब भरा रहता है। यही बड़ी बोतल 'क' की नमी को U-नलियों तक पहुँचने से रोकती है।

(३) 'ग' सकेत तीन U-नलियों का द्योतक है। इनमें शुष्क कैल्शियम क्लोराइड भरा रहता है। कैल्शियम क्लोराइड में यह विशेष गुण है कि वह आर्द्रता को सोख लेता है।

सर्वप्रथम दोनों U-नलियों को शेष उपकरणों से प्रथक करके तौल लेते हैं, फिर उनको जोड़कर वायुचूषक में पानी के समतल को नोट कर लेते हैं। इसके बाद टॉटी को खोलकर वायुचूषक से धीरे-धीरे पानी बाहर निकाला जाता है, जिसके फलस्वरूप वायु U-नलियों में से होती हुई वायुचूषक में प्रवेश करती

दसवाँ परिच्छेद

वृष्टि [PRECIPITATION]

किसी क्षेत्र पर वायुमण्डल से गिरनेवाली समस्त जल की राशि को हम 'वृष्टि' कहते हैं। इसके तीन रूप हैं—(१) जलवृष्टि (२) हिमवृष्टि तथा (३) हिमोपल वृष्टि अथवा ओले गिरना।

१. जलवृष्टि

(१) जलवृष्टि के प्रकार

जलवृष्टि तीन प्रकार की होती है —

(क) पर्वतीय वर्षा (Relief Rainfall)

(ख) सवाहन की वर्षा (Convective Rainfall)

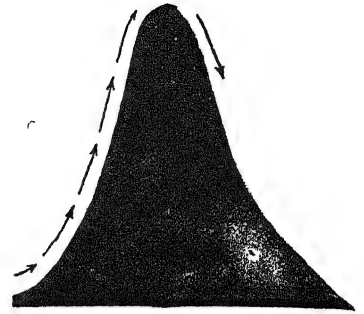
(ग) चक्रवातीय वर्षा (Cyclonic Rainfall)

(क) पर्वतीय वर्षा

जब किसी वायु-प्रवाह के पथ में पर्वत आ जाता है, तब उसे उस पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है। ज्यों २ यह वायु ऊपर जाती है, त्यों २ उसके ऊपर का दबाव घटता जाता है। दबाव के घटने से वायु फैलती है और ठण्डी होती है। ठण्डी होने से उसकी आपेक्षिक आद्रता बढ़ जाती है। आपेक्षिक आद्रता क्रमशः बढ़ती है और कालान्तर में ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वायु जलवाष्प से संतृप्त (Saturated) हो जाती है। इसके पश्चात् वाष्प का द्रवीभवन (Condensation) होता है, जिससे मेघ बनते हैं। और ऊपर जाने पर मेघ द्रवीभूत होकर बरस पड़ते हैं।

पर्वत पर चढ़ने वाली वायु की ये विभिन्न अवस्थायें चित्र ५८ में अंकित की गई हैं।

वर्षा
 मेघों की रचना
 द्रवीभवन
 संतुष्टि
 आपेक्षिक आर्द्रता बढ़ना
 वायु का ठण्डा होना
 वायु का फैलना
 दबाव घटना
 पर्वत के कारण वायु का ऊपर उठना
 समुद्र से आनेवाली आर्द्र वायु



चित्र ५८—पर्वतीय वर्षा की विभिन्न अवस्थाएँ

(ख) संचालन की वर्षा

विषुवत रेखा के निकट सूर्य की किरणें लगभग वर्ष भर सीधी पड़ती हैं, जिससे वहाँ का धरातल उष्ण हो जाता है और संचालन (Conduction) द्वारा वायुमण्डल के सबसे नीचे स्तर को गरम करता है। यह वायु गरम होकर फैलती है। फैलने से उसका घनत्व कम हो जाता है। घनत्व के कम हो जाने से वह ऊपर उठती है।

इस वायु के ऊपर उठ जाने से जो स्थान रिक्त होता है, उसकी पूर्ति के लिये उत्तर और दक्षिण से हवाएँ चलती हैं, किन्तु उनकी भी वही दशा होती है और वे भी ऊपर उठती हैं।

ऊपर उठने वाली वायु प्रायः उन्हीं क्रमिक अवस्थाओं से गुजरती है, जिनसे पर्वत पर चढ़ने वाली वायु गुजरती है। इन अवस्थाओं का उल्लेख पर्वतीय वर्षा के अंतर्गत हो चुका है। चित्र ५९ में ये अवस्थाएँ अंकित की गई हैं।

यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना उचित होगा कि पर्वतीय वर्षा और संचालन की वर्षा में कुछ अन्य अन्तर है, जैसे—

(१) पर्वतीय वर्षा नियमित (Steady) होती है, किन्तु संचालन की वर्षा प्रायः बौछार के रूप में होती है और उसके साथ बिजली की कड़क वाली आँधी आती है। पर्वतीय वर्षा में वायु ढाल के ऊपर चढ़ती है, जिससे वह धीरे-२ ठण्डी होती है किन्तु संचालन की दशा में वायु लम्बवत् दिशा में

ऊपर चढ़ती है जिससे वह शांति से ठण्डी होती है। अतएव द्वितीय दशा में वर्षा का तेज बौछार के रूप में होना स्वाभाविक ही है।

वायु का ऊपर उठना	वर्षा	वायु का ऊपर उठना
	मेघ रचना	
	द्रवीभवन	
	संतुष्टि	
	आपेक्षिक आर्द्रता बढ़ना	
	वायु का ठण्डा होना	
	वायु का और फैलना	
	दबाव घटना	
	वायु का ऊपर उठना	
	वायु का फैलना	
वायु प्रवाह	संचालन द्वारा वायु का उष्ण होना सौर ताप से भूतल का उष्ण होना	वायु प्रवाह

चित्र ५८—सवाहन की वर्षा की विभिन्न अवस्थायें

(२) दोपहर में धरातल सबसे अधिक गरम होता है अतएव सवाहन की वर्षा प्रायः दोपहर के बाद ही होती है। पर्वतीय वर्षा किसी भी समय हो सकती है।

तड़ि-भंभा अथवा बिजली की कड़क वाली आंधी (Thunderstorm)

जब ताप के आधिक्य के कारण सवाहन वेग से होता है, तभी बिजली की कड़क वाली आंधियाँ बहुत आती हैं। ऐसी दशा में मेघ विद्युन्मय (Electrically charged) हो जाते हैं, जिसे वे या तो अन्य बादलों को विसर्जित (Discharge) करते हैं, या पृथ्वी को। विद्युत-प्रसार (Electric charge) का उत्पत्ति बूदों के टूटने (Breaking) से होती है। यह ज्ञात हुआ है कि वर्षा-जल की बूदों का व्यास चौथाई इंच से अधिक होना संभव नहीं है। यदि बूद में इससे बड़ा आकार ग्रहण करने की प्रवृत्ति होती है, तो वह टूट जाती है। जिस समय बूदें टूटती हैं, उसी समय मेघ विद्युन्मय (Electrically charged) हो जाते हैं। यह भी ज्ञात हुआ है कि बूदों के गिरने का वेग २४ फुट प्रति सेकण्ड से अधिक नहीं हो सकता। अतएव, जब बूद

गिरती है, यदि उस समय वायु २४ फुट प्रति सेकण्ड अथवा इससे अधिक वेग से ऊपर उठ रही हो, तो बूँद धरातल तक नहीं पहुँच पाती। प्रायः ऐसा होता है कि बूँद कुछ दूर तक वायुमण्डल में नीचे आती है, फिर वह ऊपर उठने वाले वायु प्रवाह में फँस जाती है और उसके साथ फिर ऊपर उठ जाती है। इस प्रकार वह अनेक बार नीचे आती है और फिर ऊपर जाती है, तब कहीं काफी समय के बाद धरातल पर पहुँचती है।

(ग) चक्रवातीय वर्षा

चक्रवात वृत्ताकार अथवा दीर्घ वृत्ताकार समभार रेखाओं की ऐसी व्यवस्था है, जिसमें बीच में दबाव कम होता है और चारों ओर क्रमशः बढ़ता जाता है। हवाये सदैव अधिक भार से कम भार की ओर प्रवाहित होती है, अतएव चक्रवात में चारों ओर से हवाये मध्य की ओर प्रवाहित होती है। ये हवाये फेरल के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्ध में अपने दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्ध में अपने बाँयी ओर मुड़ जाती है। इस प्रकार चक्रवात में हवाओं का भवर बन जाता है। चक्रवात स्थिर नहीं रहते। वे सदा चलते रहते हैं।

चक्रवात की रचना के लिये दो असमान तापक्रम की वायु-राशियाँ आवश्यक होती हैं। समशीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात ध्रुवीय वायु-प्रवाह और उष्णप्रदेशीय (Tropical) वायु-प्रवाह के परस्पर सपर्क में आने से बनते हैं। ध्रुवीय वायु-प्रवाह शीतल ध्रुवीय क्षेत्रों की दिशा से आता है और उष्णदेशीय वायु-प्रवाह उष्ण कटिबन्ध की ओर से।

चक्रवात के निर्माण की विवेचना चतुर्थ परिच्छेद में हो चुकी है।

उष्ण कटिबन्ध की वायु स्वभावतः उष्ण होती है, अतएव उसका घनत्व कम होता है। दूसरी ओर ध्रुवीय वायु ठण्डी होती है, जिससे उसका घनत्व अपेक्षाकृत अधिक होता है। जब ये दोनों वायुराशियाँ परस्पर मिलती हैं, तो ध्रुवीय वायु भारी होने के कारण धरातल के निकट रहती है और उष्णप्रदेशीय वायु उसके ऊपर चढ़ जाती है। दोनों वायु राशियों के विभा-



चित्र ६०—चक्रवात की उत्पत्ति

जन का समतल ढाल की भाँति तिरछा होता है जैसा कि चित्र ६० में प्रद-

शित किया गया है। जिस प्रकार पर्वतीय वर्षा की दशा में वायु ढाल पर ऊपर चढ़ती है, ठीक उसी भाँति उष्णप्रदेशीय वायु भी ऊपर चढ़ती है और उन्हीं उत्तरोत्तर अवस्थाओं से गुजरती है अर्थात् वह फैलती है, ठण्डी होती है, उसकी आपेक्षिक आद्रता क्रमशः बढ़ती है, वह सन्तृप्त होती है, उसमें द्रवीभवन होता है और अन्त में वर्षा होती है।

यहाँ पर यह उल्लेख कर देना उचित होगा कि चक्रवातीय वर्षा चक्रवातीय क्रियाशीलता (Cyclonic activity) पर निर्भर है, उसका धरातल की आकृति और तापक्रम को दशा से कोई सबध नहीं है। उन क्षेत्रों में भी चक्रवातीय वर्षा संभव है, जहाँ पर्वतीय वर्षा बिल्कुल नहीं होती।

(२) जलवृष्टि के वितरण को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

(१) **ऊँचाई**—मैदान की अपेक्षा पर्वतों पर वर्षा अधिक होती है क्योंकि वहाँ तक पहुँचने के लिये वायु को ऊपर चढ़ना पड़ता है, जिससे उसकी आद्रता क्रमशः बढ़ती जाती है और वह कालान्तर में वर्षा का कारण होती है। इस सिद्धान्त की विस्तृत विवेचना पूर्व में हो चुकी है। इस सबध में यह उल्लेखनीय है, कि वर्षा की मात्रा पर्वत की ऊँचाई और दिशा दोनों पर निर्भर है। यदि पर्वत अधिक ऊँचा होता है, तो उसके उस पार्श्व पर जो हवाओं के सम्मुख पड़ता है वाष्प का अधिकांश भाग द्रवीभूत हो जाता है और विमुख पार्श्व पर अपेक्षाकृत कम वर्षा होती है। पश्चिमी घाट के पश्चिम में अधिक वर्षा होने का यही कारण है। दूसरी ओर, यदि पर्वत नीचा होता है, तो उसके दोनों ढालों पर समान रूप से वर्षा होती है। पर्वत की दिशा यदि वायु की दिशा के समानान्तर होती है तो उससे वर्षा नहीं होती है। अरावली की पर्वत श्रेणियाँ द० प० मानसून वायु की दिशा के समानान्तर हैं, अतएव उनसे वृष्टि नहीं होती है। राजस्थान के मरुस्थल होने में इन पर्वतश्रेणियों की दिशा भी बहुत कुछ उत्तरदायी है। यदि ये समकोण दिशा में होती, तो द० प० हवायें इनसे टकराकर वर्षा करती।

(२) **समुद्र से दूरी**—जो स्थान समुद्र के निकट होते हैं, उनमें उन स्थानों की अपेक्षा जो समुद्र से दूर होते हैं, वर्षा अधिक होती है। आर्द्र वायु स्थल में जितने अन्दर प्रवेश करती है, उतनी ही वह शुष्क होती जाती है।

(३) **प्रवाहित होनेवाली हवायें**—जो हवायें समुद्र से आती हैं, वे आर्द्र होती हैं, अतएव उनसे वर्षा होती है। इसके विपरीत स्थल से आने वाली हवायें सूखी होती हैं।

(४) **महासागर की धारयें**—गरम धारा के ऊपर प्रवाहित होने वाली वायु आर्द्र होती है और उससे वर्षा होती है। ठण्डी धारा के ऊपर प्रवाहित होने वाली हवायें प्रीय सूखी होती हैं।

(५) **चक्रवातों की क्रियाशीलता (Cyclonic Activity)**—चक्रवातों से कभी २ पर्वतों के समुद्र-विमुख ढाल पर भी वर्षा हो जाती है जैसे इंग्लैंड में पैनाइन पर्वत (Pennines) के पूर्वी भागों में। इसके अतिरिक्त चक्रवातों से कभी २ उन क्षेत्रों में भी वर्षा हो जाती है जहाँ शुष्क हवायें चलती हैं। उदाहरण के लिये पंजाब में कभी २ चक्रवात द्वारा जाड़ों में वर्षा हो जाती है। इस ऋतु में, अन्यथा, स्थल से आने वाली शुष्क मानसून वायु चलती है।

(६) **अक्षांश**—विषुवत रेखा के निकट सूर्य की किरणें प्रायः वर्ष भर सीधी पड़ती हैं, जिससे वहाँ वाष्पीकरण बहुत होता है। अतएव विषुवत रेखा के क्षेत्र में अन्य क्षेत्रों की तुलना में औसत जलवर्षा अधिक होती है। विषुवत रेखा के उत्तर और दक्षिण में सूर्य की किरणें तिरछी होती चली जाती हैं, जिससे वाष्पीकरण की मात्रा घटती जाती है और वर्षा भी कम होती चली जाती है।

(३) जल वर्षा का सामान्य वितरण

यह उल्लेख तो पूर्व में ही हो चुका है कि वायु के ठण्डे होने से वर्षा होती है। ज्यों २ वायु ठण्डी होती है, त्यों २ उसकी आपेक्षिक आर्द्रता बढ़नी जाती है। कालान्तर में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वायु जल-वाष्प से सतृप्त हो जाती है। इसके अनन्तर वर्षा होती है।

वायु के शीतल होने की तीन रीतियाँ हैं —

(१) जब वायु अपेक्षाकृत उष्ण प्रदेश से शीतल प्रदेश की ओर प्रवाहित होती है।

(२) जब वायु सवाहन के कारण अथवा पहाड़ आदि के मार्ग में आ जाने से ऊपर उठती है।

(३) जब उष्ण वायु, जिसमें जलवाष्प की मात्रा काफी होती है शीतल वायु के सम्पर्क में आती है।

दूसरी ओर, वायु ज्यों २ गर्म होती है त्यों २ उसकी आपेक्षिक-आर्द्रता घटती जाती है। अतएव ऐसे प्रदेश जहाँ की प्रवाहित होने वाली वायु क्रमशः उष्ण होती रहती है, वर्षा रहित अथवा सूखी होती है। वायु के उष्ण होने की दो मुख्य रीतियाँ हैं —

(१) जब वायु अपेक्षाकृत शीतल प्रदेश से उष्ण प्रदेश की ओर प्रवाहित होती है।

(२) जब वायु वायुमण्डल में नीचे उतरती है।

संसार में जलवर्षा का सामान्य वितरण उपर्युक्त सिद्धांतों पर आधारित है, जैसा कि निम्नलिखित तथ्यों से स्पष्ट है —

(१) विषुवत रेखा के क्षेत्र में, सवाहन के कारण वायु सदा ऊपर उठती रहती है, अतएव इस कटिबन्ध में वर्षा बहुत होती है।

(२) ३०° अक्षांश के निकट वायुमण्डल में हवाये ऊपर से नीचे उतरती हैं, अतएव ये क्षेत्र शुष्क अथवा वर्षा रहित कटिबन्ध हैं।

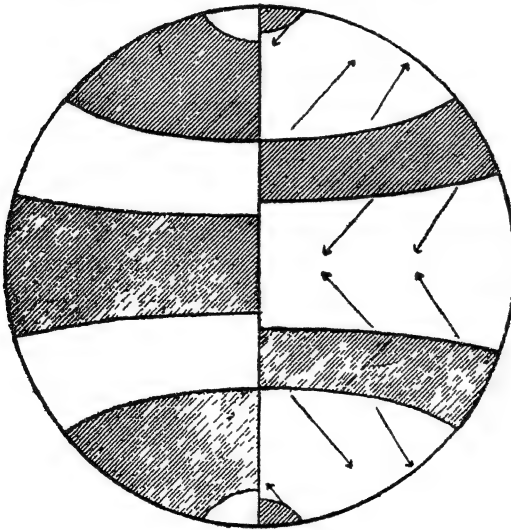
(३) शीतोष्ण कटिबन्ध में ध्रुवों की शीतल वायु-राशि उष्णप्रदेशीय (Tropical) उष्ण वायु-राशि के सम्पर्क में आती है, जिससे यहाँ चक्रवातीय वर्षा (Cyclonic Rain) होती है।

(४) ध्रुवीय प्रदेश में तापक्रम इतना नीचा होता है कि यहाँ जलवर्षा का प्रश्न ही नहीं उठता ; हिमवर्षा अवश्य बहुत होती है।

सबसे अधिक वर्षा विषुवतीय कटिबन्ध में होती है, क्योंकि यहाँ प्रायः वर्ष भर सूर्य की किरणें लम्बवत् पड़ती हैं, जिससे सवाहन बहुत होता है।

वर्षा के प्रदेश

वायुभार के प्रदेश



चित्र ६१—वर्षा और वायुभार का सम्बन्ध

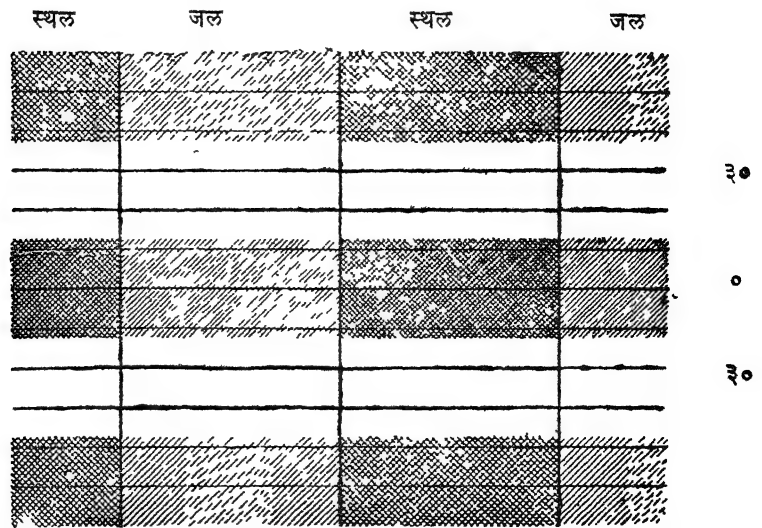
चित्र ६१ में दबाव और वर्षा की पेटियों का परस्पर संबंध प्रदर्शित किया गया है। इस चित्र के अध्ययन से यह विदित होगा कि ३०° अक्षांश वाली

शुष्क पेटी अधिक दबाव के कटिबन्ध की अपेक्षा विषुवत रेखा की ओर कुछ बढी हुई है। इसका कारण यह है कि उत्तरी गोलार्ध में इसके दक्षिणी किनारे पर और दक्षिणी गोलार्ध में इसके उत्तरी किनारे पर, हवाये विषुवत रेखा की ओर प्रवाहित होती है, अतएव सूखी होती है। इसी प्रकार वर्षा का ध्रुवीय कटिबन्ध भी दबाव की पेटी की तुलना में विषुवत रेखा की ओर कुछ बढा हुआ है। इसका भी वही कारण है अर्थात् उत्तरी गोलार्ध में ध्रुवीय पेटी के दक्षिण में और दक्षिणी गोलार्ध में ध्रुवीय पेटी के उत्तर में हवाये ठण्डे प्रदेश से गर्म प्रदेश की ओर चलती है, जिससे वे सूखी होती है।

जल और स्थल के वितरण का प्रभाव

इस सबध में निम्नलिखित तथ्य उल्लेखनीय है —

(१) वाष्पीकरण की अधिकांश क्रिया महासागरों में होती है, अतएव स्थल की अपेक्षा महासागरों पर वर्षा भी अधिक होती है।



चित्र ६२—वर्षा पर जल और स्थल के वितरण का प्रभाव

(२) शीतोष्ण कटिबन्ध में वर्षा मुख्यतः चक्रवातो से होती है और वह महाद्वीपों के आन्तरिक भागों की अपेक्षा तट पर अधिक होती है।

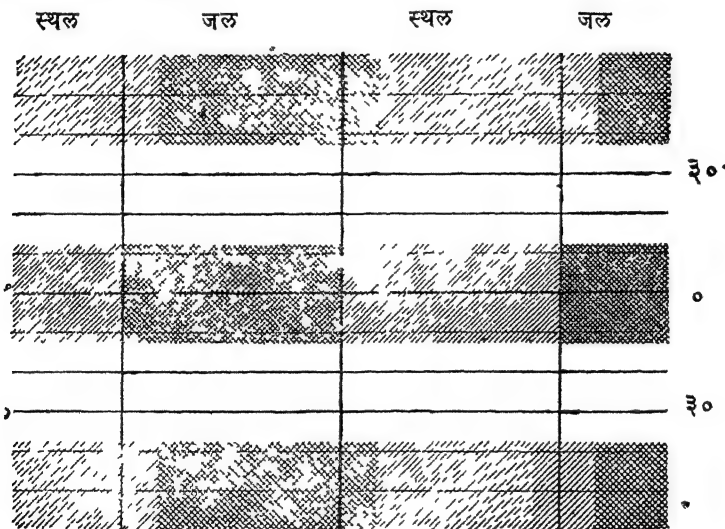
(३) विषुवत रेखा के कटिबन्ध में वर्षा वायु के ऊपर उठने से होती है और महाद्वीपों पर उसका वितरण सर्वत्र समान होता है।

उपर्युक्त सभी प्रभाव चित्र ६२ में प्रदर्शित किये गए हैं।

इसके अतिरिक्त वर्षा की सभी पेटियों में उत्तरी और दक्षिणी किनारों की ओर वर्षा की मात्रा क्रमशः घटती जाती है। ये गुण चित्र ६२ में प्रदर्शित नहीं किये गए हैं।

वायु का प्रभाव

शीतोष्ण कटिबन्ध में पछुवा हवाये चलती हैं। उनके कारण सागर की आर्द्रता महाद्वीपों के पश्चिमी तट में तथा स्थल की शुष्कता महासागरों के पश्चिमी तट में प्रवेश कर जाती है। चित्र ६३ से यह कथन स्पष्ट होगा। वास्तव में पछुवा हवाओं के कारण शीतोष्ण कटिबन्ध के सूखे और वर्षा वाले भाग पूर्व की ओर खिसक जाते हैं। चित्र ६३ और चित्र ६२ की तुलना से यह कथन स्पष्ट होगा।



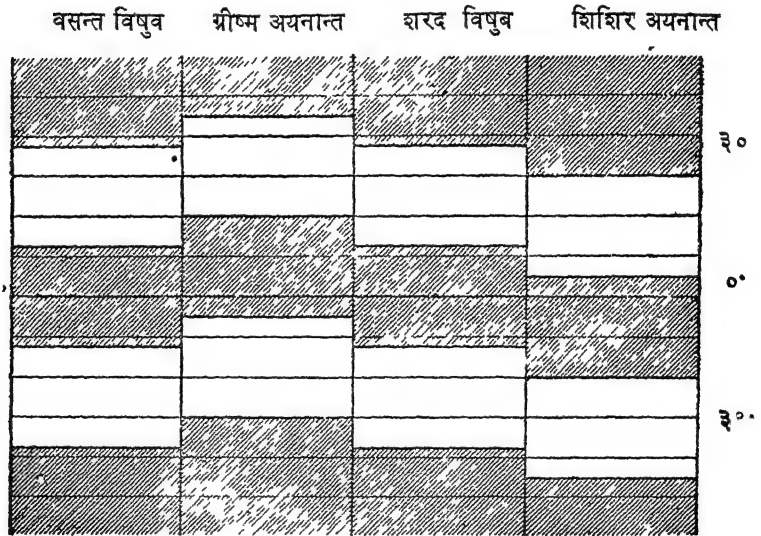
चित्र ६३—वर्षा पर वायु का प्रभाव

उष्ण कटिबन्ध में व्यापारिक हवाये चलती हैं। ये हवाये अपेक्षाकृत शीतल प्रदेश से उष्ण प्रदेश की ओर प्रवाहित होती हैं, अतएव सामान्यतः इनसे वर्षा नहीं होती। केवल विशेष परिस्थितियों में इनसे वर्षा होती है, उदाहरण के लिये पथ में पहाड़ी आ जाने से जब इन्हें ऊपर चढ़ना पड़ता है। अनुकूल परिस्थितियों में इनसे महाद्वीपों के पूर्वी तट पर पश्चिमी तट की अपेक्षा अधिक वर्षा होती है।

ऋतु-परिवर्तन के कारण वर्षा की पेटियों का खिसकना

ऋतुओं के साथ वर्षा की पेटियाँ भी खिसकती रहती हैं। जहाँ तक स्थानान्तरण की मात्रा का संबंध है, प्रत्येक पेटि अधिक से अधिक लगभग ८७ उत्तर या दक्षिण खिसक जाती है। अन्य शब्दों में उत्तरी गोलार्ध की गर्मी की ऋतु में विषुवतीय वर्षा-ऋतिबन्ध का मध्य भाग ८° उत्तर पर पहुँच जाता है और जाड़ो की ऋतु में ८° दक्षिण अक्षांश पर पहुँच जाता है।

चित्र ६४ में विभिन्न ऋतुओं में वर्षा की पेटियों की स्थिति प्रदर्शित की गई है। इस चित्र के अध्ययन से ससार के विभिन्न भागों के वर्षा संबंधी अनेक तथ्य स्पष्ट हो जाते हैं। उदाहरण के लिये इस चित्र से यह स्पष्ट हो जाता है कि भूमध्य सागरीय जलवायु के प्रदेश में (३० और ४० अक्षांश के बीच में) वर्षा जाड़ो में क्यों होती है और गर्मियों में क्यों नहीं होती।



चित्र ६४—जल वृष्टि की पेटियों का विवर्तन ,

इस चित्र से यह भी पता चलता है कि ५° और २०° अक्षांश के बीच में जाड़े सूखे होते हैं और गर्मियों में वर्षा होती है।

इसके अध्ययन से वर्षा संबंधी और भी तथ्यों का ज्ञान होता है, (१) सभी पेटियों के मध्य भाग में ऋतु-संबंधी परिवर्तन सबसे कम होता है।

- (२) विषुवत रेखा पर वर्ष भर वर्षा होती है।
 (३) शीतोष्ण कटिबन्ध के अधिकांश भाग में सभी ऋतुओं में वर्षा होती है।
 (४) शुष्क कटिबन्धों का मध्य-भाग प्रायः वर्ष भर सूखा रहता है। आदि

समवर्षा रेखाये (Isohyets)

कभी २ मानचित्रों में वर्षा का वितरण समवर्षा रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। समवर्षा रेखा वह कल्पित रेखा है, जो उन स्थानों के मिला देने से बन जाती है, जहाँ वर्षा की मात्रा समान हो।

संसार में सबसे अधिक जलवर्षा का स्थान

चिरापूजी (आसाम) में वार्षिक जलवर्षा लगभग ४६० इंच होती है, जो संसार में सबसे अधिक है।

२. हिमवृष्टि (Snow fall)

(१) सिद्धान्त एवं प्रकार

जब जलवाष्प के द्रवीभवन का तापक्रम 32°F से कम होता है, तब वह पानी में परिणत न होकर हिम में परिणत होती है। आरम्भ में हिम सूक्ष्म स्फटों (Crystals) के रूप में होती है। धीरे २ अनेक हिम-स्फट परस्पर चिपक कर एक हो जाते हैं। इस प्रकार अपेक्षाकृत बड़े आकार के शल्कल (Flakes) अस्तित्व में आ जाते हैं।

हिमवृष्टि दोनो ही रूप में होती है—(१) हिम के पृथक् स्फटों के रूप में तथा (२) हिम शल्कलो (Snow flakes) के रूप में। वायुमण्डल में नीचे उतरते समय प्रायः हिम पिघल जाती है, जिससे धरातल पर वह जल-वर्षा के रूप में गिरती है। अतएव, कभी २ ऐसा होता है, कि जब धरातल पर जलवर्षा होती है, उसी समय निकटवर्ती पर्वतों पर हिमवृष्टि होती है।

सामान्यतः हिम का एक फुट जलवर्षा के एक इंच के बराबर माना जाता है, किन्तु यह सबध हिम की प्रकृति और संरचना पर निर्भर है।

(२) हिमवृष्टि का सामान्य वितरण

ध्रुवीय प्रदेशों में वर्ष के अधिकांश भाग में वृष्टि हिम के रूप में होती है। जैसे २ हम ध्रुवों से विषुवत रेखा की ओर बढ़ते हैं, वैसे २ हिमवृष्टि का काल और मात्रा दोनो ही घटते जाते हैं, यहाँ तक कि लगभग 40° अक्षांश

के अनन्तर सागर समतल पर हिमवृष्टि नहीं होती । हाँ, ऊँचे स्थानों की बात दूसरी है । ऊँचे भागों में तो विषुवत रेखा पर भी हिमवृष्टि होती है ।

(३) हिमरेखा (Snow Line)

पर्वतों पर स्थायी हिम की निचली सीमा को हिमरेखा (Snow-Line) कहते हैं ।

किसी स्थान पर हिम रेखा की ऊँचाई निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है —

(१) तापक्रम—किसी स्थान पर सागर—समतल का तापक्रम जितना ही अधिक होगा, हिमरेखा वहाँ उतनी ही ऊँची होगी । यही कारण है कि विषुवत-रेखा की ओर हिमरेखा की ऊँचाई बढ़ती जाती है । आर्कटिक वृत्त के निकट हिमरेखा सागर-समतल पर होती है, विषुवत-रेखा की दिशा में वह ऊँची होती चली जाती है । ऋतुओं के अनुसार तापक्रम में विभेदन होते रहते हैं, अतएव हिमरेखा की ऊँचाई भी ऋतुओं के साथ बदलती रहती है । किसी भी स्थान पर शीत ऋतु की अपेक्षा ग्रीष्म-ऋतु में हिमरेखा की ऊँचाई अधिक होगी ।

(२) धरातल की आकृति—पर्वतों के प्रपाती प्रवण (Steep Slope) पर हिम का अधिकांश भाग हिमधाव (Avalanche) के रूप में नीचे खिसक जाता है । दूसरी ओर, पर्वतों के मन्द प्रवण (Gentle Slope) पर हिम उस समय तक अपने स्थान पर स्थिर रहती है, जब तक वह पिघलती नहीं है । अतएव प्रपाती प्रवण की अपेक्षा मन्द प्रवण पर हिम रेखा की ऊँचाई कम होती है ।

(३) हिमवृष्टि की मात्रा—यदि अन्य प्रतिकारकों का विचार न किया जाय तो आर्द्र क्षेत्रों की अपेक्षा शुष्क क्षेत्रों में हिमरेखा ऊँची होती है । उदाहरण के लिये हिमालय पर्वत के उत्तरी ढाल पर हिमरेखा दक्षिणी ढाल की अपेक्षा दो हजार फुट ऊपर रहती है, यद्यपि उत्तरी ढाल की अपेक्षा दक्षिणी ढाल का तापक्रम अधिक है । इससे स्पष्ट है कि यहाँ पर हिमवृष्टि की मात्रा का अन्तर तापक्रम के अन्तर से अधिक महत्वपूर्ण है । ६० ५० मानसून वायु की जलवाष्प का अधिकांश भाग हिमालय के दक्षिणी भाग में द्रवीभूत हो जाता है ।

संसार के विभिन्न भागों में हिमरेखा की ऊँचाई

विषुवत रेखा के निकट हिमरेखा सागर-समतल से १८००० फुट से लेकर २०००० फुट की ऊँचाई पर पाई जाती है । हिमालय पर्वत के दक्षिणी

ढाल पर इसकी ऊँचाई १६००० फुट है और उत्तरी ढाल पर १८००० फुट। आल्प्स और पिरिनीज में इसकी ऊँचाई ८००० फुट से १०००० फुट तक है उत्तरी स्कैण्डिनेविया में इसकी ऊँचाई ४००० फुट के लगभग है और ध्रुवों के निकट यह सागर-समतल पर पाई जाती है।

हिमालय की हिमरेखा

हिमालय पर्वत में अनेक श्रेणियाँ हैं। यह कथन कि हिमालय के दक्षिणी ढाल की अपेक्षा उत्तरी ढाल पर हिमरेखा अधिक ऊँचाई पर पाई जाती है, समस्त श्रेणियों के समूह के लिये है, किसी एक पृथक् श्रेणी के लिये नहीं। यदि हम किसी एक श्रेणी का विचार करते हैं, तो विपरीत दशा पाते हैं अर्थात् किसी एक श्रेणी के दक्षिणी ढाल पर हिमरेखा की ऊँचाई उत्तरी ढाल से अधिक है। चित्र ६५ से यह कथन स्पष्ट होगा।

उत्तर



दक्षिण

चित्र ६४—हिमालय पर्वत की हिमरेखा

प्रत्येक श्रेणी के दोनों ढालों पर वृष्टि की मात्रा प्रायः समान है किन्तु उत्तरी ढाल की अपेक्षा दक्षिणी ढाल पर ताप अधिक होता है, अतएव हिमरेखा प्रत्येक श्रेणी में उत्तरी ढाल पर नीची है और दक्षिणी ढाल पर ऊँची। सबसे दक्षिण वाली श्रेणी में बीच की क्षेणी की अपेक्षा हिम-वृष्टि अधिक होती है, अतएव उसकी हिमरेखा मध्यश्रेणी की हिमरेखा से नीची है। इसी प्रकार मध्य-श्रेणी की हिम-रेखा उत्तरी श्रेणी से नीची है। अतएव, यद्यपि प्रत्येक श्रेणी में हिमरेखा का ढाल दक्षिण की ओर है, तथापि जब हम समस्त पर्वत श्रेणियों को एक समूह की दृष्टि से देखते हैं, तब हमें ज्ञात होता है कि हिमरेखा उत्तर में दक्षिण की अपेक्षा अधिक ऊँची है।

३ हिमोपल वृष्टि अथवा ओलो की वर्षा (Hail)

हिमोपल वृष्टि में कुज-वर्षुक (Cumulo-nimbus) मेघों से हिम के कठोर पिण्ड घरातल पर गिरते हैं। इस प्रकार की वृष्टि के साथ बिजली की कड़क वाली आँधियाँ अथवा तड़ित्-झंझाय (Thunderstorms) बहुधा आया करती हैं। हिमोपल अथवा ओले अनेक

आकृतियों के होते हैं और कभी २ इनका आकार भी काफी बड़ा होता है। चार इंच तर्क के व्यास के ओले पाये गए हैं, जिनका भार दो पौण्ड से भी अधिक होता है। ओलों के बनने की क्रिया अब भी विवादास्पद है। ओलो में एकान्तर पर (Alternately) पारदर्शक एवं अपारदर्शक कर्पर (Shells) होते हैं। इससे यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि जब जमे हुए पानी की बूद बादलों में से होकर नीचे आती है, तब उसके ऊपर पानी की तह इकट्ठी हो जाती है। जैसे २ बूद नीचे आती है, वैसे २ इस तह का पानी जमता जाता है। सवाहन के प्रवाह के कारण जब बूद फिर ऊपर जाती है तब उस पर पानी की दूसरी तह जम जाती है। इस तह का पानी बहुत शीघ्रता से जमता है क्योंकि ऊपर तापक्रम घटता जाता है और बूद बड़े वेग से ऊपर जाती है। ओले के घरातल तक पहुँचने के पूर्व यह क्रिया अनेक बार होती है अर्थात् बूद अनेक बार ऊपर जाती है और नीचे आती है। ओले की अपारदर्शक तह पानी के जल्दी जमने की द्योतक है। यह तभी होता है जब बूद ऊपर जाती है। दूसरी ओर, पारदर्शक तह पानी के धीरे २ जमने की सूचक है। यह तब होता है, जब बूद नीचे आती है।

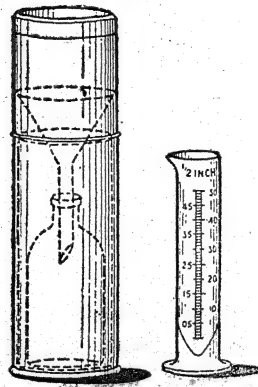
वृष्टि मापन

यह उल्लेख तो ऊपर हो ही चुका है, कि वृष्टि के अन्तर्गत जलवृष्टि, हिम वृष्टि तथा हिमोपल वृष्टि तीनों आते हैं। जिस यंत्र से वृष्टि नापी जाती है, उसे वर्षा-मापक (Rain Gauge) कहते हैं। चित्र ६६ में वर्षा-मापक प्रदर्शित किया गया है। इस यंत्र में एक बेलनाकार बर्तन के अन्दर बोतल रहती है। इस बोतल में एक कीप (Funnel) लगी रहती है। बोतल में एकत्र हुए पानी को नापने के लिये एक मापक जार होता है। इस मापक-जार के एक कीप के क्षेत्रफल के अनुसार होते हैं। यह कथन उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिये कीप के मुख का क्षेत्रफल १५ वर्ग इंच है। ऐसी दशा में उसे एक इंच भरने के लिये १५ घन इंच जल की आवश्यकता होगी। अतएव किसी जार में १५ घन इंच पानी भर कर १ इंच का चिन्ह लगा देते हैं। इसी प्रकार ३० घन इंच पानी भर कर दो इंच का चिन्ह लगा दिया जाता है। अन्य शब्दों में मापक जार के चिह्न घन इंच प्रदर्शित नहीं करते वरन् कीप के मुख के बराबर के क्षेत्र की गहराई दर्शाते हैं।

सही वृष्टि-मापन के लिये अनेक पूर्वोपाय अपेक्षित हैं :—

(१) यदि वर्षा-मापक यंत्र को घरातल पर रखा जाय तो कीप के बाहर

उठे हुए छींटे उसमें प्रविष्ट जाते हैं। अतएव बोतल में जल की मात्रा वास्तविक



चित्र ६६—वृष्टि मापक

वृष्टि जल से अधिक हो जाती है। यही कारण है कि इंग्लैंड में वर्षा मापक को धरातल से एक फुट की ऊँचाई पर रखा जाता है।

(२) कीप में गिरने वाले जल का कुछ भाग छिटककर बाहर गिर जाता है। इसे रोकने के लिये कीप का किनारा दो तीन इंच तक लम्बवत् होना चाहिये।

(३) जब वृष्टि हिम के रूप में होती है, तब कभी २ वृष्टि समाप्त होने के पूर्व कीप का मुँह हिम से भर जाता है और वायुरोध के कारण वह बोतल में नहीं गिरती। ऐसी दशा में कीप में नापकर गरम पानी डाल देना चाहिये, जिससे हिम पिघलकर बोतल में चली जाय। बाद में मापित वृष्टि से गरम पानी के आयतन को घटा देना चाहिये।

भारतवर्ष और अंग्रेजी भाषा वाले देशों में वर्षा इंचों में नापी जाती है। इस कथन का कि किसी स्थान में ३ इंच वर्षा हुई यह अर्थ होता है कि यदि वर्षा जल वहीं स्थिर रहता, जहाँ गिरा था, न उसका प्रवाह होता, न भूमि द्वारा शोषण और न ही वाष्पीकरण, तो धरातल पर उसका ३ इंच मोटा स्तर बन जाता।

परिशिष्ट

विभिन्न परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न :—

1. ✓ What is Insolation? Show what the atmosphere does to the incoming solar radiation and outgoing terrestrial radiation. Give the distribution of insolation over the earth's surface (Agra B A 1955)
2. ✓ What is the polar front? How does a cyclone develop along the polar front? Describe the general weather conditions associated with it. (Agra B A. 1955).
- 3 Write notes on—
(a) Inversion of temperature (Agra B A. 1955).
(b) Composition of the atmosphere
(Agra B. A Part I 1955)
(c) Fog and Frost (Agra B A Part I 1955)
4. ✓ Explain the 'Vertical Gradient of temperature.' How does it effect a wind (assuming that it is free from water vapour) forced to ascend a mountain-side? (Agra B A Part.I 1955).
5. Discuss fully the factor which control the diurnal variations of temperature (Agra B A Part I, 1955).
- 6 Describe the structure and characteristics of the various layers of the atmosphere and trace out their influence, if any, on weather changes (Agra B. A Part I, 1955).
7. Discuss the distribution over the earth's surface and the factors that modify such distribution (Ajmer Inter, 1952, Agra 1951 and 1947).
8. Discuss the thermal and dynamic control of average pressure distribution over the earth's surface. (Agra B A 1949).
9. ✓ Explain the origin of cyclones in middle latitudes and discuss their effects on the weather of those areas. (Agra B. A. 1949).

✓ 10 State the characteristic feature of cyclonic and anti-cyclonic weather (Agra B A 1948)

11 Discuss the distribution and periodic variation of atmosphere humidity and precipitation on the surface of the earth. (Agra B A 1950)

12 Write notes on—

(a) Clouds (Agra B A 1950 and 1952)

(b) Fohn Winds

(Agra B A 1950 and U P Inter 1955 and '35)

✓ (c) Inversion of temperature

(I A S Compet '53, Ajmer Inter '52, Agra B A '52, Allahabad M A '53, Allahabad B A '50)

(d) Humidity (Agra B A 1952)

(e) Periodic Winds (Agra B A 1952)

(f) Wedge (Banaras B A and B. Sc 1953)

(g) Barometric gradient

(Banaras B A and B Sc 1953)

(h) Westerlies

(Ajmer Inter 1950)

✓ 13 Explain the origin of temperate cyclones. How do they differ from tropical storms? Discuss their effects on weather (Agra B A 1951)

✓ 14 Rainfall in the equatorial region is of the convectional type. Explain why this should be so, and point out the inter-relationship of temperature, pressure and rainfall (Agra B. A 1952)

✓ 15 Discuss the general distribution of rainfall on the globe with due regard to the seasonal influence of winds and the distribution of land and sea (U P Inter 1937)

✓ 16 What are cyclones? How are they caused? What is their relation to local weather? Illustrate with diagrams. Name the areas where cyclones are most common

(U. P Inter 1940)

17 Account for the origin of Temperate Cyclones
Trace roughly the passage of such cyclone in winter over
Western Europe (U P Inter 1946)

18 Describe the 'Planetary Wind's'. What other types
of winds occur on the earth's surface and how do they arise
(U P Inter 1948)

19 Explain the factors favouring the formation of ram,
indicating regions where such types, as you suggest, prevail
(U P Inter 1950)

20 Write notes on—

(a) Land and Sea Breezes
(U P Inter 1944 and 45),

(b) Buys Ballots Law (U P. Inter 1948)

(c) Ante-Cyclone. (U P Inter 1949)

(d) Tornads (U. P Inter. 1935)

(e) Ante-Cyclonic conditions (U P Inter 1936)

(f) The Minstral
(U P Inter 1936 Agra M A 1950)

(g) Cyclone (U P Inter 1943 and 49)

21 Distinguish between tropical and temperate cyclones
Explain the mode of origin of the former
(Banaras B A and B Sc 1949).

22 What are local winds ? Explaining their mode of
origin, describe the more important types
(Banaras B A and B Sc 1949).

23 Discuss the factors which govern the distribution of
insolation over the surface of the earth
Banaras B A and B Sc 1950)

24 Give an account of tropical cyclones and their mode
of origin (Banaras B A and B Sc 1950)

25 Compare and contrast the characteristic features of
Temperate and Tropical Cyclones
(Banaras B A. and B Sc. 1951)

- 26 Discuss the influence of altitude upon—
(i) Pressure,
(ii) Temperature and
(iii) Precipitation. (Banaras B A and B Sc 1953)
- ✓ 27 Describe the circulation of the atmosphere on the earth and show that it is directly influenced by insolation (Allahabad B A 1949)
- 28 Explain the term 'Relative Humidity' Mention the various forms of precipitation on the earth's surface (Ajmer Inter 1950)
- 29 Explain carefully the term 'Cyclones' How do they originate ? Contrast between Temperate and Tropical Cyclones (Ajmer Inter 1951).
- 30 Write notes on—
✓(a) Cirro—cumulus (I A S Compet 1953)
✓(b) Chinook (I A S Compet 1953).
✓(c) Water—Spout (I A S Compet 53 and Agra B A 1953)
✓(d) Hail (Allahabad M A 1949)
✓(e) Sirocco (B A A L S Allahabad M A 1949)
✓(f) Insolation (Agra B A 1953).
- 31 What is a cyclone ? Describe the weather associated with it (Nagpur Inter 1951)
- 32 Discuss the principal theories of the origin of cyclonic depressions (Agra M. A 1947)
- ✓ 33 Write notes on—
(a) V—Depression (Agra M A 1950).
(b) Upper atmosphere investigations (Agra M A. 1949).

34 Describe the various stages in the development of a depression and give the generalized tracks of tropical cyclones and temperate depressions (Agra B A 1953)

35. Write notes on—

(a) Doldrums (Nagpur Inter. 1950)

(b) Surging of the wind—System
(Nagpur Inter 1950).

- - - - -

लेखक की ओर से

निवेदन

राष्ट्रभाषा हिन्दी में भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र में ही नहीं, प्रायः प्रत्येक वैज्ञानिक विषय में उच्चतम कक्षाओं के योग्य ग्रन्थों का नितान्त अभाव है। इसी रिक्ति की पूर्ति के उद्देश्य से मैंने भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र के प्रमुख सिद्धान्तों की रूप-रेखाएँ प्रस्तुत करने का प्रयास किया है।

प्रश्न किया जा सकता है कि लिखने की ही जिज्ञासा थी तो अपेक्षाकृत नीची कक्षाओं के निमित्त कुछ लिखा होता, एकदम उच्चतम कक्षाओं के नाम पर यह दुस्साहस करने की कौन सी आवश्यकता थी और क्या अधिकार था।

इसका उत्तर यह है—

सन् १९४५ ई० में श्रद्धेय राजर्षि पुरुषोत्तमदास टण्डन ने ये उद्गार प्रकट किये थे—‘हिन्दी को मैं राष्ट्रभाषा इसलिये नहीं मानता कि इसे बीस करोड़ व्यक्ति बोलते और समझते हैं, इसलिये भी नहीं कि भारतीय संस्कृति की गंगा इसमें अविच्छिन्न रूप से प्रवाहित हो रही है, इसलिये भी नहीं कि यह प्रगतिशील सरस और वैज्ञानिक है, मैं इसे राष्ट्रभाषा केवल इसलिये मानता हूँ कि इसी में हमारी दासता की प्रतीक अंग्रेजी को निकाल भगाने की क्षमता है।’ टण्डन जी की सुवाणी सुफल हुई और हिन्दी स्वतंत्र भारत की राष्ट्रभाषा के आसन पर अभिषिक्त हुई। फिर भी कुछ लोगों को उपर्युक्त उद्धरण के अंतिम बारह-चौदह शब्दों की सार्थकता में सन्देह है। मेरा यह तुच्छ प्रयास इसी सन्देह के उन्मूलन के लिये है। हिन्दी आज इतनी उन्नत नहीं जितनी अंग्रेजी तो इसका कारण यह नहीं है कि उसमें अंग्रेजी के समान विकसित होकर समृद्धशाली बनने के अकुर विद्यमान नहीं है, वरन् केवल इसलिये कि उसे पनपने का अवसर ही नहीं दिया गया। यदि हिन्दी में भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र जैसे वैज्ञानिक विषयों के उच्चतम कक्षाओं के योग्य ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं, तब साधारण पुस्तकें तो लिखी ही जा सकती हैं, यह निर्विवाद है। यही मेरा कहना है और यही मेरे दुस्साहस का कारण भी। जहाँ तक अधिकार का प्रश्न है, मुझे महाकवि हरिऔध के निम्नलिखित शब्दों से बड़ा प्रोत्साहन मिला है—‘बने या न बने, सेना-प्रणाली सुखद या हृदयग्राहिणी हो या न हो, मातृभाषा की सेवा करने का अधिकार सभी को है।’ अपेक्षाकृत नीची कक्षाओं के प्रति भी मैं उदासीन नहीं हूँ। ‘आरम्भिक आपरीक्षण’

(Elementary Survey) व्यवहारिक एवं प्रायोगिक भूगोल (Practical and Experimental Geography) आदि मेरी रचनाये— इसी दिशा के प्रयास के परिणाम हैं।

सन् १९४९ ई० में मैंने 'प्राकृतिक भूगोल की भूमिका' लिखना आरम्भ किया था। यह ग्रन्थ चार भागों में विभक्त है—(१) अवधि (२) उदधि (३) अन्तरिक्ष तथा (४) भू-सैद्धान्तिकी। स्पष्ट है, कि यह कृति मेरे अभीष्ट ग्रन्थ का चतुर्थ खण्ड मात्र है। सन् १९५० ई० में इस ग्रन्थ का लेखन कार्य समाप्त हो गया होता, किन्तु कुछ मानवजन्य परिस्थितियों के कारण मुझे इसे स्थगित कर देना पड़ा। सन् १९५१ ई० में नागपुर विश्वविद्यालय की भूगोल की एम० ए० कक्षा का अध्यापन-कार्य करते समय मैंने यह अधूरा काम फिर से हाथ में ले लिया और इसकी कुछ प्रगति भी हुई। इसी समय भारतीय शिक्षा-जगत में उच्च कक्षाओं में शिक्षा के माध्यम का प्रश्न उठा। अनेक विद्वानों ने हिन्दी की शक्ति पर सन्देह प्रकट किया। मैंने सोचा कि हिन्दी के पक्ष की पुष्टि के लिये किसी वैज्ञानिक विषय का कम से कम एक ऐसा ग्रन्थ भी तो हो जो उच्चतम कक्षाओं के काम आ सके। अतएव मैंने उपर्युक्त चौथे खण्ड का इसी दृष्टि से परिमार्जन और सवर्धन किया कि वह भूगोल ही नहीं, वरन् भूगर्भशास्त्र की भी सर्वोच्च कक्षाओं के लिये उपयोगी सिद्ध हो सके। इसी विचार से मैंने इसमें भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र के एम० ए०—एम० एस-सी० के पाठ्यक्रम में निर्धारित प्रायः समस्त सिद्धान्तों का समावेश कर दिया है तथा प्रकरणों के अन्त में परीक्षाओं में पूछे गए प्रश्न भी दे दिये हैं।

जहाँ तक प्रयुक्त भाषा का संबंध है, मैंने संस्कृतमयी हिन्दी को अपनाया है। इस विषय में दो मत नहीं हो सकते। तो भी मैंने व्यवहार में आने वाले अन्य भाषाओं के शब्दों का बहिष्कार नहीं किया है।

इन सिद्धान्तों की रूप-रेखा खींचते समय मेरे मस्तिष्क में तीन प्रमुख ध्येय रहे हैं—(१) यथासंभव संक्षेप (२) सरलता और (३) स्पष्टता। फिर भी संभव है, मेरी भाषा कुछ पाठकों को क्लिष्ट लगे। यथार्थता (Exactness) और परिशुद्धता (Accuracy) का बलिदान किये बिना यह पुस्तिका और सरल न हो सकती थी? यह मुझे स्वीकार न था। सुविज्ञ पाठक भी इससे सहमत होंगे।

मेरा केवल इतना ही तात्पर्य है कि छात्रगण इन सिद्धान्तों की रूप-रेखाओं को पढ़कर उनकी वास्तविक पृष्ठभूमि से अवगत हो जावें—तदनन्तर अंग्रेजी के प्रामाणिक ग्रन्थों के अध्ययन द्वारा अपने ज्ञान की अभिवृद्धि करें। मैंने इस ग्रन्थ में नवीन से नवीनतम विचारों का भी समावेश कर दिया है। उदाहरण के लिये पृथ्वी की उत्पत्ति के संबंध में होयल एवं लिटिलटन का सिद्धान्त।

यथासंभव भारतीय उदाहरण देने का भी मैंने प्रयास किया है, जैसे भूसन्तोल के संबंध में ।

विषय-चिन्तास की दृष्टि से हिन्दी में अपने ढंग का यह प्रथम ग्रन्थ हो सकता है, किन्तु मौलिकता का मिथ्या अभिमान मैं नहीं करना चाहता । वस्तुतः इस प्रकार का कोई ग्रन्थ सर्वांग मौलिक हो भी नहीं सकता । जिन लेखकों की कृतियों से सहायता ली गई है उनमें स्टियर्स^१, ऊलरिज-मॉरगन,^२ डुटॉयट,^३ वौरसैस्टर,^४ वाडिया,^५ होम्स^६ और लेक^७ का मैं विशेष आभारी हूँ ।

इस तुच्छ कृति को गुरुवरश्चदेय डा० राजनाथ जी पी-एच०, डी० (लन्दन) के कर कमलों में समर्पित करते हुए मुझे सकोच हो रहा है । 'जबदर्थ-बध' के आरम्भ में कविवर श्री मैथिलीशरण जीगुप्त ने आचार्य द्विवेदी जी के प्रति जो विनय की है, उसकी पुनरावृत्ति ही मेरे लिये यहाँ पर उचित होगी—

✕

✕

✕

‘आर्य !

पाई तुम्ही से वस्तु जो, कैसे तुम्हें अर्पण करूँ?

पर क्या परीक्षा रूप में पुस्तक न यह आगे धरूँ ?

अतएव मेरी धृष्टता यह ध्यान में मत ढीजिये ।

कृपया इसे स्वीकार कर कृत-कृत्य मुझको कीजिये ॥’

आदरणीय डा० विद्यासागरजी दुबे ने इस ग्रन्थ की प्रस्तावना लिखकर मुझे अनुगृहीत ही नहीं गौरवान्वित भी किया है । सरस्वती-विहार नागपुर के

1. Steers I. A, The Unstable Earth. Some recent views in Geomorphology (Mathuen & Co. Ltd, London)

2. Woolridge S. W, and Morgan R. S, The Physical Basis of Geography An outline of Geomorphology (Long man Green & Co. New york)

3. Du Toit, A L, Our Wandering Continents An hypothesis of Continental Drifting (Oliver and Boyd Edinburgh)

4. Worcester, P. G., A Text-Book of Geomorphology (P. van Nostrend Comp. Ino. Toronto).

5. Wadia D. N, Geology of India (Mac Millan & Co. London).

6. Holmes A, Principles of Physical Geology (Thomas Nelson & Co. Ltd Paris)

7. Lake P., Physical Geography (University Press Cambridge,)

सचिव डा० लोकेशचन्द्र डी० लिट० ने व्याकरण संबंधी सशोधन किये हैं, एतदर्थ मैं उनका हार्दिक आभारी हूँ।

अन्त में मैं अपने सुविज्ञ पाठको और सहृदय आलोचको का ध्यान इस तथ्य की ओर आकृष्ट करना चाहूँगा कि मेरी यह कृति हिन्दी में अपने प्रकार का प्रथम प्रयास है, अतएव इसमें दोष तो होंगे ही। मैं उन्हें विश्वास दिलाना चाहता हूँ कि रचनात्मक समालोचना का मैं सदैव स्वागत करूँगा और उचित सशोधन सुझाने के लिये मैं उनका कृतज्ञ होऊँगा। इसके समस्त दोषों का परिहार दूसरे संस्करण में अवश्य हो जायगा। इस समय सहृदय पाठक क्षीर-चीर विवेक से काम लें और त्रुटियों के लिये मुझे क्षमा करें।

मेरी इस साधना द्वारा विद्यार्थी-समाज का यदि कुछ भी लाभ हो सका, तो मैं अपने श्रम को सफल समझूँगा।

भूगोल-विभाग

—जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव

टी० डी० कॉलिज

जौनपुर

२० ७-१९५५

अनुक्रमणिका

१. पृथ्वी की उत्पत्ति, आयु और आन्तरिक रचना १-२१

(क) पृथ्वी की उत्पत्ति—

- १—काण्ट का सिद्धान्त
- २—लाप्लास की उपकल्पना
- ३—चैम्बरलिन की ग्रहाणु (Planetesimal) विषयक उपकल्पना
- ४—उल्का सम्बन्धी सिद्धान्त
 - (क) लौकियेर का सिद्धान्त
 - (ख) रिमड्ट का सिद्धान्त
- ५—जीन्स तथा जैफ्रे का वेला-विकर्षण (Tidal Disruption) का सिद्धान्त
- ६—होयल और लिटिलटन का सिद्धान्त

(ख) पृथ्वी की आयु

- १—सागर की लवणता पर आधारित रीति
- २—अवसादन (Sedimentation) पर आधारित रीति
- ३—जीव-विकास पर आधारित रीति
- ४—ज्योतिष की रीतियाँ
- ५—भौतिक शास्त्र की रीतियाँ
- ६—तेजोद्गिरण (Radio activity) की रीति।

(ग) पृथ्वी की आन्तरिक रचना

- १—पृथ्वी का अन्त्यन्तर
- २—भूकम्प शास्त्र के प्रमाण
- ३—पृथ्वी के अन्त्यन्तर के स्तर

२. महाद्वीपों और महासागर-नितलों की उत्पत्ति तथा

स्थायित्व

२२-२९

(क) उत्पत्ति विषयक प्रमुख उपकल्पनाये

- १—लॉर्ड कैल्वन
- २—सौलैस
- ३—ग्रहाणु सम्बन्धी उपकल्पना

४—लोथियन ग्रीन

५—जे० डबल्यू० ग्रेगरी

६—फ्रे० लैपवर्थ

७—लव

८—जीन्स

९—स्वैस

१०—जैली का तेजोद्गिरण (Radio-activity) का सिद्धान्त

(ख) स्थायित्व

१—भूमिका

२—अस्थायित्व की विचारधारा

३—स्थायित्व की विचारधारा

४—स्थल-सेतुओं (Land Bridges) की अवधारणा

३. महाद्वीपीय प्रवाह

३०-३७

१—ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

२—सिद्धान्त के प्रतिपादन के कारण

३—सिद्धान्त की रूप-रेखा

४—वाद-विवाद

(क) अनुकूल प्रमाण

(१) भूगोल के प्रमाण

(२) भूगर्भशास्त्र के प्रमाण

(३) ज्यामिति (Geodesy) के प्रमाण

(४) पुरासात्विकी (Palaentology) के प्रमाण

(५) प्राणिकी शास्त्र (Biology) के प्रमाण

(६) पुरा-जलवायुकी (Palaeo-Climatology) के प्रमाण

(ख) प्रतिकूल प्रमाण

(१) ज्योतिष (Astronomy) के प्रमाण

(२) भौतिक शास्त्र (Physics) के प्रमाण

(३) पुरासात्विकी (Palaentology) के प्रमाण

(४) भूगोल के प्रमाण

(५) जलवायुकी के प्रमाण

(६) भूगर्भशास्त्र के प्रमाण

(७) अन्य आपत्तियाँ

५—निष्कर्ष

४ भूसन्तोल (Isostasy)

३८-४७

१—भूमिका

२—अक्षरेखा मापन (Latitude Measurements)

३—भ्वाकृष्टि मापन (Gravity Measurements)

४—क्षतिपूर्ति की अवधारणा (The Concept of compensation)

५—भूसन्तोल के सम्बन्ध में भौगोलिक एवं भौमिकीय दृष्टिकोण

६—भारतवर्ष में भूसन्तोल सम्बन्धी दशाये

(क) हिमालय प्रदेश

(ख) सिन्धु-नगा का मैदान

(ग) डॉ० राजनाथ का दृष्टिकोण

(घ) दक्षिणी लावा-प्रदेश (Deccan Trap)

(ङ) बम्बई तट

७—निष्कर्ष

५ पर्वतों की उत्पत्ति

४८-६०

✓ १—तापीय सकोचन (Thermal Contraction) का सिद्धान्त

✓ २—महाद्वीपीय-प्रवाह (Continental Drift) का सिद्धान्त

✓ ३—डैली की उपकल्पना

✓ ४—भूसन्तोल के पुनर्व्यवस्थापन का सिद्धान्त
(Theory of Isostatic Readjustments)

५—भूद्रोणी विषयक उपकल्पना

(The Geo-synclinal theory)

६—जौली का तापीय चक्र का सिद्धान्त

✓ (The Thermal Cycle Theory of Joly)

✓ ७—होम्स का सवाहन की धाराओं (Convectional Currents)
का सिद्धान्त

६ पूर्वाकालीन हिम युगों के कारण

६१-६७

(Ice-ages)

१—मौर-विकिरण की विभिन्नता

२—सूर्य का शीतल क्षेत्र में प्रवेश

३—कैपलर का नियम

४—महाद्वीपीय प्रवाह

५—घनवातिकीय (Meteorological) सिद्धान्त

६—ध्रुवों के विचलन का सिद्धान्त

७—ज्वालामुखीय धूलि का सिद्धान्त

८—पृथ्वी का कार्बन डाइऑक्साइड (Carbon Dioxide) द्वारा
अच्छादित हो जाने का सिद्धान्त

९—अन्य भौगोलिक एवं भौमिकीय सिद्धान्त

१०—आधुनिक धारणाएँ

७ प्रवाल्याओं की संरचना (Structure of Atolls) ६८-७३

१—डारविन का सिद्धान्त

२—मरे का सिद्धान्त

३—डैली का हिम-नियंत्रण (Glacial Control) का सिद्धान्त

४—निष्कर्ष

८. चक्रवातों (Cyclones) की उत्पत्ति

७४-८०

(क) भूमिका।

(ख) शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात (Temperate Cyclones)

(ग) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात (Tropical Cyclones)

९. ज्वारभाटा (Tides) विषयक सिद्धान्त ८१-८४

(क) प्रगामी तरंग का सिद्धान्त (Progressive wave Theory).

(ख) स्थावर तरंग का सिद्धान्त (Stationary wave Theory)

१० भूद्रोणियाँ (Geosynclines)

८५-९०

(क) परिभाषा तथा वर्गीकरण

(ख) जे० डब्ल्यू० इवेन्स के विचार

(ग) होम्स का दृष्टिकोण

(घ) कोबर का भूद्रोणीय गिरि-निर्माण का सिद्धान्त (The Geosynclinal orogen Theory of Kober)

प्रथम परिच्छेद

“पृथ्वी की उत्पत्ति, आयु और आन्तरिक रचना”

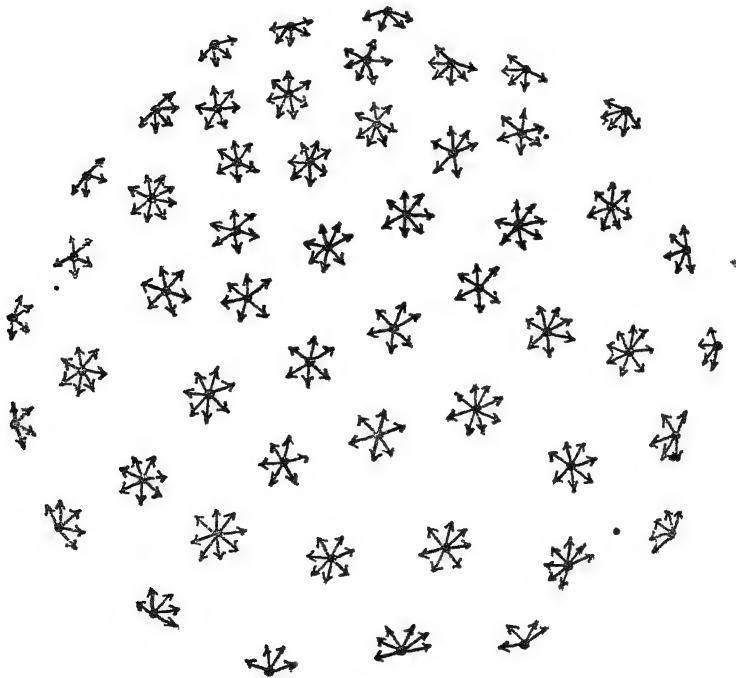
(THE ORIGIN, AGE AND INTERIOR OF THE
EARTH)

[क] पृथ्वी की उत्पत्ति

पृथ्वी की उत्पत्ति के सम्बन्ध में मुख्य विचारधारार्यें निम्नांकित हैं :—

१. काण्ट का सिद्धान्त

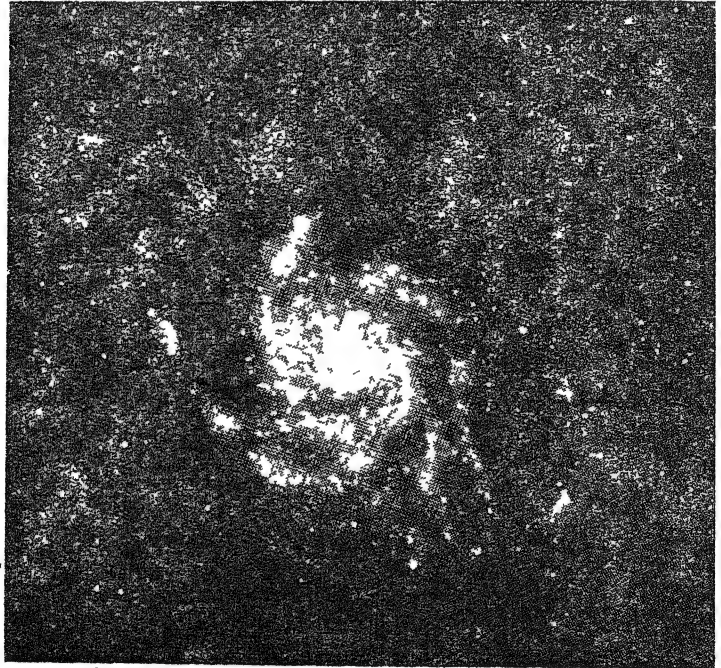
रूप-रेखा :—काण्ट एक जर्मन दार्शनिक थे। इन्होंने सौरमण्डल की उत्पत्ति का सर्वप्रथम सिद्धान्त सन् १७५५ ई० में प्रस्तुत किया। इनके सिद्धान्त के



चित्र १—आद्य-पदार्थ के कण

अनुसार, आरम्भ में आद्य-पदार्थ (Primordial Matter) के कठोर कण

ब्रह्माण्ड भर में बिखरे हुए थे (चित्र १)। ये अलौकिक रीति से उत्पन्न हुए थे। पारस्परिक-गुरुत्वाकर्षण (Gravitational Attraction) के कारण ये एक दूसरे में टकराने लगे। इससे ताप उत्पन्न हुआ। यही नहीं, गतियों (Velocities) के एक ही दिशा में केन्द्रित हो जाने से, ये परिभ्रमण करने लगे। इस प्रकार, कालान्तर में, आद्य-पदार्थ के एक गीदल एवं ठोस मेघ ने उष्ण, वातीय (Gaseous) परिभ्रामी (Rotating) नीहारिका (Nebula) का रूप ग्रहण कर लिया। चित्र २ में एक नीहारिका प्रदर्शित की गयी है। काण्ट के अनुसार सौरगण्डल की उत्पत्ति नीहारिका से हुई है। नीहारिका के परिभ्रमण का वेग क्रमशः बढ़ता गया। वेग-वृद्धि के कारण केन्द्रापसारी बल (Centrifugal force) भी बढ़ने लगा, जिससे उसके मध्यवर्ती भाग में (अर्थात् विद्युन्तरेकीय प्रदेश में) उभार (Bulge) हो गया। परिभ्रमण के साथ साथ यह उभार भी बढ़ने लगा। अन्त में एक



चित्र २—नीहारिका

ऐसी अवस्था आ गई जब उभार के पदार्थ वलय (Ring) के रूप में पूरक होकर निकलने लगे। इस प्रकार नौ वलय बनकर अलग हो गए। ये

बलय द्रवीभूत होकर ग्रह बन गए और मध्यवर्ती अवशिष्ट पुञ्ज सूर्य कहलाने लगा। इन ग्रहों के घनीभूत होने से पहले इनसे इसी रीति से उपग्रह बने हैं। इस प्रकार सौरमण्डल आस्तित्व में आया। जैसा कि ऊपर के विवरण से स्पष्ट है, काण्ट के सिद्धान्त की आधार-शिला न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का नियम है।

समीक्षा—गति विज्ञान (Dynamics) गणित की एक शाखा है। इसमें उन वस्तुओं की विवेचना की जाती है, जिनमें गति हो। इस विज्ञान में एक बड़ा ही प्रसिद्ध सिद्धान्त है, जिसे ‘कोणीय आवेग की स्थिरता का सिद्धान्त’ (Conservation of angular momentum)^१ कहते हैं। इसके अनुसार आद्य-पदार्थ के कठोर कणों के आपस में टकराने से परिभ्रमण उत्पन्न नहीं हो सकता।

२. लाप्लास (Laplace) की उपकल्पना

रूप-रेखा :—लाप्लास^२ फ्रांस के एक प्रसिद्ध ज्योतिषी थे। सौर-परिवार की उत्पत्ति के विषय में इनका सिद्धान्त मौलिक नहीं है। इन्होंने काण्ट के सिद्धान्त में कुछ परिवर्तन कर दिये हैं। इन्होंने अपने सिद्धान्त की रचना सन् १७८९ ई० में की। इन्होंने काण्ट के सिद्धान्त के उन दोषों का निराकरण कर दिया है, जिनके कारण उसका विरोध हुआ। लाप्लास आद्य-पदार्थ की उत्पत्ति के विषय में कुछ भी नहीं कहते और अपने सिद्धान्त का श्रीगणेश एकदम ऐसी नीहारिका से कर देते हैं, जो उष्ण वाति से निर्मित है और परिभ्रामी है। इस प्रकार इन्होंने अपनी उपकल्पना को ‘कोणीय आवेग की स्थिरता के सिद्धान्त’ के प्रहार से बचा लिया है। शेष बातों में यह उपकल्पना काण्ट के ही से समान है। इस सिद्धान्त के अनुसार नीहारिका के शीतल और घनीभूत होने से सौरमण्डल की उत्पत्ति हुई है। शीतल होने से नीहारिका सकुचित हुई, जिससे उसका आयतन घट गया। आयतन घट जाने से उसके परिभ्रमण का वेग बढ़ गया और साथ ही केन्द्रापसारी बल (Centrifugal force) भी। जब केन्द्रापसारी बल नीहारिका की विषुवत-रेखा पर होने वाले गुरुत्वाकर्षण के बिल्कुल बराबर हो गया, तब नीहारिका में से पदार्थ के बलय^३ पृथक् होकर निकलने लगे—क्योंकि ऐसी अवस्था में उनमें भार^४ नहीं रह जाता। ये बलय

1 The principle of conservation of Angular Momentum states—‘If no external forces are acting in a system the angular momentum remains the same and no interaction between the different parts can change its total amount of rotation.’

2. Marquis de Laplace.

3. Rings.

4. Weight.

घनीभूत होकर ग्रह बन गए। इसी प्रकार एक के बाद दूसरा ग्रह बनता रहा और मध्यवर्ती अवशिष्ट पुञ्ज सूर्य बन गया। जिस प्रकार नीहारिका से ग्रह बने हैं, ठीक उसी रीति से ग्रहों से उपग्रह बन गए हैं।

समीक्षा

पक्ष में प्रमाण :—(१) सौरपरिवार का आधुनिक अध्ययन इस उपकल्पना के अनुकूल है।

(२) इस उपकल्पना से इस बात की पुष्टि हो जाती है, कि सौर परिवार के सभी ग्रह एक ही धरातल पर और एक ही दिशा में परिभ्रमित होते हैं।

(३) इस सिद्धान्त के अनुसार आरम्भ में सभी ग्रह वातीय अवस्था^१ में थे, बाद में शीतल होने से वे तरल^२ हुए और ठोस पपड़ी अन्त में बनी। अन्य साधनों से मिले हुए प्रमाण भी इसकी पुष्टि करते हैं। उदाहरण के लिये आधुनिकतम भू-भौतिकी की अवधारणायें (Latest Geophysical Conceptions) पृथ्वी की तरल अवस्था का समर्थन करती हैं।

(४) अन्य नीहारिकाओं का ज्योतिषीय अध्ययन इस सिद्धान्त के पक्ष में है।

आपत्तियाँ (१) लाप्लास के अनुसार वातीय नीहारिका लाखों वर्ष उत्तापदीप्त (Incandescent) रहें। लॉर्ड कैल्विन ने यहाँ पर यह आपत्ति की है, कि एक प्रभृत वाति (Diffused Gas) इतने अधिक काल तक उत्तापदीप्त कैसे रही।

(२) नीहारिका की वातियों^३ का अणुक वेग (Molecular velocities) इतना नीचा और अनियमित होगा कि गुरुत्वाकर्षण (Gravitational Force) के कारण उनका ग्रह के रूप में इकट्ठा हो जाना सम्भव नहीं प्रतीत होता।

(३) परिभ्रमण के बढ़ जाने से कोणीय आवेग (Angular Momentum) इतना अधिक नहीं हो सकता कि उससे नीहारिका विदीर्ण हो जाय।

(४) मोन्टेन का कथन है कि बलबों के घनीभूत होने से ऐसे गेले नहीं बन सकते जैसे ग्रह हैं। गति-विज्ञान के अध्ययन में यह ज्ञात होता है कि ऐसी दशा ने प्रेरणाकृत छोटे और असमान ग्रह बनेंगे जो सौरपरिवार के ग्रहों से बिल्कुल ही भिन्न होंगे।

-
1. Gaseous State
 2. Liquid.
 3. Gases.

(५) नीहारिका के कणों में पारस्परिक सलाग (Cohesion) की मात्रा कम होगी। ऐसी दशा में बल्यों का निर्माण लगातार होगा, रुक रुक कर नहीं जैसा कि इस सिद्धान्त की कल्पना है।

(६) इन सभी तथ्यों के अतिरिक्त जब हम वारुण (Uranus) एवं हरिग्रह (Neptune) नामक उपग्रहों की ज्ञात प्रतिगामी गतियों (Retrograde Motion) पर विचार करते हैं, तब हम इसी निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि सौरपरिवार की उत्पत्ति लाप्लास के अनुसार नहीं हुई है।

३ चैम्बरलिन की ग्रहाणु विषयक उपकल्पना

(Planetesimal hypothesis by Chamberlin)

रूपरेखा—सन् १९०४ ई० में चैम्बरलिन और मॉल्टन (Moulton) नामक दो विद्वानों ने मिलकर यह सिद्धान्त प्रस्तुत किया है। इसके अनुसार सूर्य और एक अन्य विशाल तारे के पारस्परिक आकर्षण से ग्रहों का स्तित्व में आये हैं। इस सिद्धान्त के अनुसार एक अत्यन्त विशाल तारा सूर्य के निकट से गुजरा। जब वह सूर्य के अत्यन्त निकट आ गया तब उसके तीव्र बला-बल (Tidal Force) के कारण सौर-नृषि विदीर्ण होने लगा और उससे छोटे २ टुकड़े निकल कर अलग होने लगे। यद्यपि समस्त ग्रहों की मात्रा सौरमण्डल की मात्रा का केवल ७०० वाँ अंश है, तथापि उनमें समस्त परिभ्रमण की शक्ति का ९८% भाग वर्तमान है। अतएव, यह अनुमान किया गया कि सौर-पदार्थ के छोटे २ टुकड़े बहुत दूर दूर तक बिखर गये। ये टुकड़े चक्षु (Jet) की आकृति के थे। इन्हें वह महान तारा अपनी दिशा में खींच ले गया। इन टुकड़ों के अन्दर अपेक्षाकृत बड़े आकार के केन्द्रक (Nuclei) इकट्ठे हो गए और उन्होंने सौर-पदार्थ के बिखरे हुए टुकड़ों को, जिन्हें ग्रहाणु (Planetesimal) कहा गया है, अपने में मिला लिया। इस प्रकार कालान्तर में ये बिखरे हुए टुकड़े प्रौढ ग्रह बन गए।

समीक्षा—इस सिद्धान्त में अनेक दोष हैं और विस्तृत विवेचन करने पर असफल सिद्ध होता है। कुछ प्रमुख आपत्तियाँ ये हैं —

(१) इस सिद्धान्त के अनुसार ग्रह सदैव ठोस रहे हैं, किन्तु अन्य प्रमाणों से विदित होता है कि पृथ्वी किसी समय तरल अवस्था में अवश्य थी।

(२) परस्पर टकराने में ग्रहाणुओं का वाति अथवा धूल के रूप में बिखर जाना अधिक उचित लगता है और इकट्ठा हो जाना युवितसगत नहीं प्रतीत होता।

नीहारिका और ग्रहाणु उपकल्पनाओं की तुलना :—

नीहारिका उपकल्पना	ग्रहाणु उपकल्पना
१. पृथ्वी की उत्पत्ति केवल एक ग्रह से हुई है।	पृथ्वी की उत्पत्ति दो ग्रहों के पारस्परिक आकर्षण से हुई है।
२. अपनी आदिम अवस्था में पृथ्वी वाति (Gas) थी।	अपनी आदिम अवस्था में पृथ्वी ठोस (Solid) थी।
३. आरम्भ में पृथ्वी उष्ण थी।	आरम्भ में पृथ्वी शीतल थी।
४. पृथ्वी का तापमान क्रमशः क्षीण होता रहा है।	पृथ्वी का तापमान क्रमशः बढ़ता रहा है।
५. पृथ्वी की आदिम अवस्था में वायुमण्डल वर्तमान था।	पृथ्वी की आदिम अवस्था में वायुमण्डल नहीं था।

४. उल्का सम्बन्धी सिद्धान्त (Meteorie Theories)

ऐसे दो सिद्धान्त प्रसिद्ध हैं :—

(१) लौक्येर (Lockyer) का सिद्धान्त :—सन् १९१९ ई० में लौक्येर ने अपने सिद्धान्त का प्रतिपादन किया। यह सिद्धान्त लाप्लाम की उपकल्पना का ही परिवर्तित रूप है। जो तर्क उसके विरुद्ध प्रस्तुत किये जाते हैं, इसके विरुद्ध भी वे उतने ही सत्य हैं। अतएव यह सिद्धान्त भी अस्वीकृत कर दिया गया है।

समीक्षा :—इस सिद्धान्त में नीहारिका के स्थान पर उल्काओं के समूह की कल्पना की गई है। इनके निरन्तर सघट्टन (Collision) से ताप, प्रकाश और वाति की उत्पत्ति हुई। पारस्परिक आकर्षण के कारण उल्का-समूह का मध्यवर्ती भाग एक निविड केन्द्रीय पिण्ड बन गया, जिसे हम सूर्य कहते हैं। वहिर्वर्ती उल्का जो सूर्य की परिक्रमा करने लगे, क्रमशः इकट्ठे होते गए। ताप द्वारा ये ग्रहों (Planets) में परिणत हो गए।

आपत्तियाँ

मुख्य आपत्तियाँ ये हैं :—

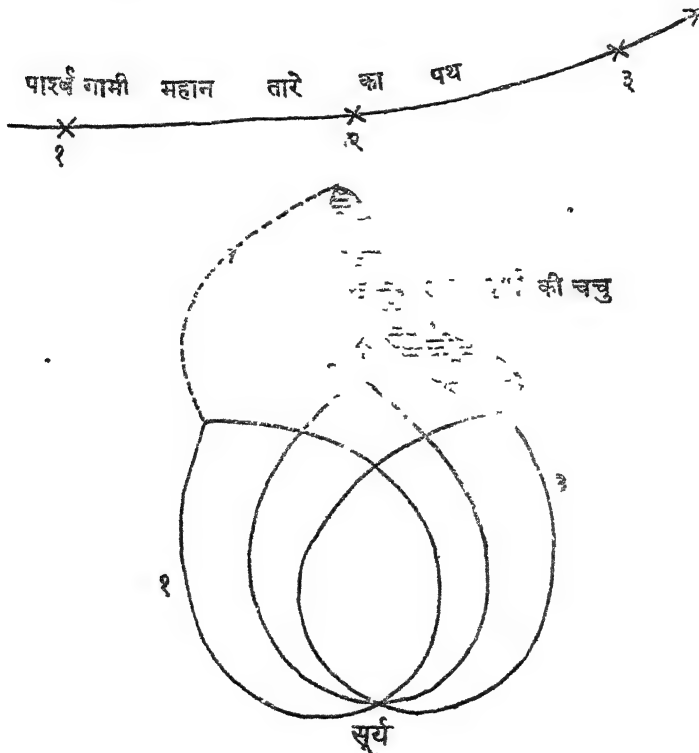
(१) उल्काओं का इकट्ठा होकर समूह बनाने की उपकल्पना असम्भव सी लगती है। तीव्र वेग से घूमते हुए पिण्डों को निकट लाने में गुह्रत्वाकर्षण नितान्त असमर्थ है।

(२) चैम्बरलिन का कथन है कि नीहारिका की रचना के लिये उल्का पर्याप्त न होंगे।

(२) शिमिट (Schmidt) का सिद्धान्त — हाल ही में डा० ओ० जे० शिमिट ने एक नवीन सिद्धान्त का प्रतिपादन किया है। इसका सबब भी उल्काओं से है। आकाशगंगा (Galaxy) के मध्य भाग में कुछ धुंधला सा पदार्थ रहता है, जो संभव है, उल्काओं से बना हो। इस सिद्धान्त के अनुसार जब सूर्य आकाशगंगा के गुरुत्व-केन्द्र (Centre of Gravity) के निकट में गुजर रहा था, उस समय उसने कुछ उल्का-पदार्थ आकर्षित कर लिये। यह उल्का पदार्थ सूर्य की परिक्रमा करने लगा। कालान्तर में एक ही दिशा में गतिशील कण मिलकर एकत्र हो गए और ग्रह बन गए। उपग्रहों की सृष्टि ग्रहाणु उल्कापना (Planetesimal Hypothesis) के अनुसार हुई है।

५ जीन्स तथा जैफ्रे का वेलाविकर्षण (Tidal Disruption) का सिद्धान्त

रूप रेखा—सन् १९१६ ई० में जीन्स और जैफ्रे ने मिलकर सौरमण्डल



चित्र ३—जीन्स का सिद्धान्त

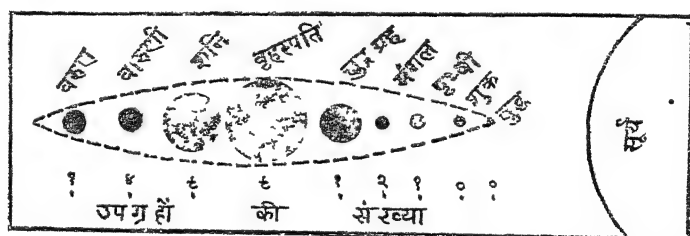
की उत्पत्ति के सम्बन्ध में एक अन्य ही विवरण प्रस्तुत किया है। यह

सूर्य के वेला-विकर्षण (Tidal Disruption) पर आधारित है। इस सिद्धान्त के अनुसार सूर्य से कई गुना भारी एक तारा उसके इतने निकट से गुजरा कि उसके तीव्र वेला-बल (Tidal Force) के कारण सूर्य विदीर्ण होने लगा और उसमें से सौर-पदार्थ के टुकड़े निकलकर पृथक् होने लगे। इन टुकड़ों की आकृति चबु (Jet) जैसी थी, अर्थात् ये बीच में मोटे और सिरो पर पतले थे। इनमें पदार्थ की मात्रा इतनी पर्याप्त थी कि ये बिखरे नहीं। चबु के अन्दर इन्होंने गुरुत्वाकर्षण के कारण गुच्छों का रूप धारण कर लिया। कालान्तर में यही गुच्छे स्वतंत्र ग्रह बन गये और सूर्य की परिक्रमा करने लगे। फिर बाद में इन ग्रहों ने सूर्य के (और संभवतः उस महान तारे के भी) आकर्षण के फलस्वरूप समान क्रिया द्वारा उपग्रहों को जन्म दिया। इस उपकल्पना के अनुसार उपग्रह वातीय अवस्था से तरल अवस्था में आये और तब घनीभूत हुए।

समीक्षा

पक्ष में प्रमाण—(१) महान तारे के वेला बल के कारण सौर-पदार्थ के जो टुकड़े निकले वे बीच में मोटे और सिरो पर पतले होंगे। सौर मण्डल की रचना, जो चित्र ४ में दर्शायी गई है—इसका समर्थन करती है।

(२) इस सिद्धान्त में पृथ्वी की तरल अवस्था का भी उल्लेख है, जो भौमिकीविदों (Geologists) की धारणाओं के अनुकूल है।



चित्र ४—सौर मण्डल

(३) यह सिद्धान्त केवल ग्रहों का ही नहीं, वरन् उपग्रहों और क्षुद्र ग्रहों की भी उत्पत्ति, स्थिति और आकार का सफल स्पष्टीकरण करता है। इसके अतिरिक्त इसकी सहायता से सौर परिवार की अनेक बातें समझ में आ जाती हैं।

विपक्ष में प्रमाण—इस सिद्धान्त के अनुसार मंगल का आकार बड़ा होना चाहिये था किन्तु यह सत्य नहीं है (चित्र ४)। इस शका का समाधान इस प्रकार किया जा सकता है, कि बहुत सम्भव है पहले वह बड़ा ही रहा हो और बाद में उसका आकार घट गया हो।

६ होयल और लिटिलटन का सिद्धान्त

(Hoyle-Lyttleton Theory)

द्वितीय महायुद्ध आरम्भ होने के कुछ ही पहले कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के दो नवयुवक गणितज्ञों ने मिलकर एक बिल्कुल नवीन सिद्धान्त प्रस्तुत किया है। इन विद्वानों के नाम फ्रैड होयल (Fred Hoyle) तथा रैमण्ड लिटिलटन (Raymond Lyttleton) हैं। प्रायः यह कहा जाता है कि ब्रह्माण्ड में वर्तमान वातीय मेघ के द्रवीभूत होने से ग्रह बने हैं। इन्होंने इस कथन का गणित द्वारा विश्लेषण किया है। ये इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि प्रत्येक ग्रह का भविष्य इस बात पर निर्भर करता है कि वह इस वातीय मेघ के पदार्थ को कितना खींच सकता है। किसी ग्रह में यह पदार्थ ज्यों-ज्यों एकत्र होता जाता है, त्यों-त्यों उसका तापमान भी बढ़ता जाता है। लाखों वर्षों के बाद तापक्रम इतना अधिक हो जाता है कि उससे केन्द्रकीय प्रतिक्रिया (Nuclear Reaction) उत्पन्न हो जाती है। अन्य ग्रह इस केन्द्रकीय प्रतिक्रिया से शक्ति (Energy) ग्रहण करते हैं। इसके बाद का इतिहास बहुत कुछ इस तथ्य पर निर्भर करता है कि यह तारा जिस क्षेत्र से गुजरता है, उसमें वातीय मेघ की मात्रा कितनी है। जहाँ तक सूर्य का सम्बन्ध है, वह अभी तक ऐसे क्षेत्रों से गुजरता रहा है जिनमें वातीय मेघ की मात्रा बहुत कम थी, अतएव उसने बहुत ही कम पदार्थ ग्रहण किया है। यही कारण है कि वह अभी तक मध्यम वर्ग का औसत तारा बना हुआ है। हमारे लिये यह सौभाग्य का विषय है। यदि कोई तारा तेजी से और अधिक मात्रा में पदार्थ ग्रहण करता है, तो उसका परिणाम भयानक होता है। कुछ लाख वर्षों के बाद ही, उसमें विस्फोट होता है। इस सिद्धान्त के अनुसार इस विस्फोट के टुकड़ों से ग्रह बन जाते हैं। यह किस प्रकार होता है, इसकी विस्तृत विवेचना, होयल और लिटिलटन ने अपने प्रबन्ध में की है।

निष्कर्ष

विश्व की सृष्टि का विषय बड़ा ही रहस्यपूर्ण है। इस विषय पर समय-समय पर विद्वानों ने अपने विचार प्रकट किये हैं। इन विचारों और सिद्धान्तों का प्रतिपादन उतना ही असीम है, जितना स्वयं विश्व।

[ख] पृथ्वी की आयु

ससार भर के विचारक बहुत प्राचीन काल से पृथ्वी की आयु जानने के लिये प्रयास करते आ रहे हैं। इस विषय में भिन्न-भिन्न देशों में भिन्न-भिन्न धारणाएँ प्रचलित हैं। उदाहरण के लिए, फारस के विद्वानों का विश्वास है कि पृथ्वी १२,००० वर्ष पुरानी है। बाइबिल के अनुसार सृष्टि की रचना ईसा से ४०००

वर्ष पहले हुई। भारतीय पण्डित-वर्ग सूर्य-सिद्धान्त के आधार पर इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि पृथ्वी की आयु दो अरब वर्ष है। भाग्यवश, आधुनिकतम वैज्ञानिक रीतियों से भी यही सख्या आती है।

पृथ्वी की आयु निर्धारित करने के लिये अनेक रीतियाँ हैं। इनमें से कुछ प्रमुख नीचे दी जा रही हैं —

१—सागर की लवणता पर आधारित रीति—सागरजल खारा अथवा लवणमय होता है। यह खारापन अथवा लवणता उन लवणों के कारण होती है, जो नदियाँ अपने जल के साथ सागर को समर्पित करती हैं। अतएव लवणता क्रमशः बढ़ती जाती है। किसी भी सागर के जल का आयतन निर्धारित किया जा सकता है और उसकी औसत लवणता भी निश्चित की जा सकती है। इन दोनों सख्याओं की सहायता से समस्त सागर में वर्तमान लवण की मात्रा का आगणन (Estimate) किया जा सकता है। यह भी ज्ञात किया जा सकता है कि एक वर्ष में लवणता कितनी बढ़ती है। उपर्युक्त सख्याओं की सहायता से पृथ्वी की आयु ज्ञात की जा सकती है। यदि इसे पृथ्वी की यथार्थ आयु न भी माना जाय, तो कम से कम इससे सागर बनने के बाद की पृथ्वी की आयु तो आ ही जाती है। सागर में वर्तमान सोडियम (Sodium) और कैल्शियम (Calcium) के लवणों के अध्ययन से पृथ्वी की आयु लगभग १२ करोड़ वर्ष ठहरती है।

आपत्तियाँ—(१) इस सिद्धान्त में यह मान लिया जाता है कि आरम्भ में सागर खारे नहीं थे, वरन् उनका पानी मीठा था। इसका खण्डन कैम्ब्रियन युग के घोघे और अन्य जीवों के अवशेष करते हैं। इन जीवों का जीवन ही लवणों पर निर्भर है।

(२) अपक्षरण (Erosion) की मात्रा सदैव एक सी नहीं रही है। कभी अपक्षरण अधिक हुआ है तो कभी कम। उसी के अनुसार लवणता में भी अन्तर हुआ है। अतएव, यह कल्पना कि सागर में प्रत्येक वर्ष नमक की एक निश्चित मात्रा मिलती रही है, युक्तिसंगत नहीं है।

(३) आग्नेयक्रिया (Igneous Activity) अथवा लावा के सवाहन (Convictional currents in the magma) द्वारा भी बहुत से लवण पृथ्वी के गर्भ से पृष्ठ पर आ गये हैं।

२. अवसादन (Sedimentation) पर आधारित रीति

पृथ्वी की पर्पटी (Crust) बन जाने के बाद हिम, वायु, जल आदि अभि-कर्ताओं ने उसके घरातल को बिसना आरम्भ कर दिया। अपक्षरित पदार्थ

1. Agents.

2 Eroded.

सागर में एकत्र होने लगा। तब से लेकर आज तक लगभग ५ लाख फुट मोटा स्तर बन गया है। यदि हमें किसी प्रकार यह ज्ञात हो जाय कि प्रतिवर्ष कितना मोटा स्तर बनता रहा है, तो हम सरलता से पृथ्वी की आयु निर्धारित कर सकते हैं। अनुसन्धान से ज्ञात होता है कि जलज गिलाओ की अधिक से अधिक मोटाई ५१४,००० फुट है। यह भी निश्चित किया गया है, कि प्रति ८८० वर्ष में १ फुट मोटा स्तर बनता है। इस प्रकार पृथ्वी की आयु लगभग ४० करोड़ वर्ष आती है।

आपत्तियाँ—(१) अवसादन सदा एक सा नहीं होता अतएव किसी वर्ष स्तर अधिक मोटा बना होगा, और किसी वर्ष अपेक्षाकृत कम मोटा।

(२) फिर इन स्तरों में भी अपक्षरण हुआ होगा। उसका विचार भी तो आवश्यक है।

(३) डा० सैमुअल हटन का कथन है कि सागर में नमक घुला होने के कारण अवसाद अधिक नीचे धँस गये होंगे।

३ जीव-विकास पर आधारित रीति

जब पृथ्वी ठण्डी हुई और उसका तापमान इतना क्षीण हो गया कि उस पर प्राणी रह सकें, तब ब्रह्माने जीवों की उत्पत्ति की। भूपृष्ठ पर आनेवाले सर्वप्रथम जीव एक ही कोशा (Cell) वाले थे। बहु-कोशावान (Multi-cellular) जीव बाद में आये। आरम्भ के जीवों में रीढ़ की हड्डी नहीं थी। यही कारण है कि उनके अवशेष नहीं मिलते। बाद के जीवों में कठोर अंग होने लगे, जिस कारण उनके अवशेष मिल जाते हैं। जीव विकास की सबसे महत्वपूर्ण घटना मानव की सृष्टि है। मानव की विशेषता उसका मस्तिष्क है। एक कोशावाले जीवों से लेकर मानव की सृष्टि तक—जीव-विकास की जो विभिन्न अवस्थाएँ हुई हैं—उनका विचार करके पृथ्वी की आयु निर्धारित की जा सकती है। प्राणिकीविदों (Biologists) ने इस रीति से पृथ्वी की आयु लगभग १०० करोड़ वर्ष निर्धारित की है।

४ ज्योतिष की रीतियाँ

पृथ्वी की आयु ज्योतिष की अनेक रीतियों से निश्चित की जा सकती हैं। इन रीतियों की विस्तृत विवेचना न सरल है और न यहाँ सम्भव ही। इनमें से दो रीतियों का संकेतमात्र नीचे किया जा रहा है —

(१) पृथ्वी की घुरी की ऊनन्द्रता (Ellipticity) स्थिर नहीं है। उसमें अन्तर होते रहते हैं प्रसिद्ध फ्रांसीसी ज्योतिषी लाप्लास ने इसका गभीर अध्ययन किया है और वे उससे इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि पृथ्वी की आयु लगभग ३० करोड़ १० लाख वर्ष है।

(२) हैरोल्ड जैफ्री ने ज्वार-भाटे के सिद्धान्त के अनुसार पृथ्वी की आयु 2.5×10^9 वर्ष निर्धारित की है।

५ भौतिक शास्त्र की रीतियाँ

भौतिक शास्त्र की सहायता से भी पृथ्वी की आयु निर्धारित की जा सकती है। ये रीतियाँ भौतिक गुणों पर आधारित हैं। उदाहरण के लिये शिलाओं की चालकता (Conductivity of rocks) के अध्ययन से उनकी आयु निकाली जा सकती है। यहाँ पर प्रत्येक रीति का उल्लेख सम्भव नहीं है। केवल एक भौतिक रीति संक्षेप में नीचे दी जा रही है —

पृथ्वी का अत्यन्तर अत्यन्त उष्ण है। अतएव भूपृष्ठ से ताप का विकिरण (Radiation) होता रहता है। ताप के निकल जाने से पृथ्वी ठण्डी होती रहती है। यदि पृथ्वी के शीतल होने का वेग निश्चित कर लिया जाय, तो पृथ्वी की आयु ज्ञात की जा सकती है। लॉर्ड कैल्विन ने इस रीति से पृथ्वी की आयु ४ करोड़ वर्ष निर्धारित की है।

आपत्तियाँ—(१) पृथ्वी के अन्दर तेजोद्गार (Radio active) पदार्थ हैं। उनके वियोजन (Disintegration) में अपरिमित ताप विकसित होता है। इस रीति में इसका विचार नहीं किया गया है।

(२) सौर-विकिरण (Solar Radiation) सदैव एक सा नहीं होता। वह घटता बढ़ता रहता है।

६. तेजोद्गारण (Radio-activity) पर आधारित रीति

पृथ्वी की आयु निश्चित करने की यह नवीनतम और आधुनिकतम रीति है।

पृथ्वी की पर्पटी में अनेक तेजोद्गार (Radio-active) पदार्थ विद्यमान हैं। इन पदार्थों में यह विघटन होती है, कि उनके अणुओं (Atoms) का वियोजन (Disintegration) होता रहता है। वियोजन के फलस्वरूप एक तत्त्व दूसरे तत्त्व में परिणत हो जाता है। जब यह क्रिया होती है तब ताप की बृहत् मात्रा उत्पन्न होती है। इस प्रकार एक तत्त्व से दूसरा, दूसरे से तीसरा, तीसरे से चौथा, चौथे से पाँचवा तत्त्व बनता जाता है। इस प्रकार की श्रृंखला के अन्त में एक विशेष प्रकार का सीसा (Lead) शेष रह जाता है। इस सँज्ञे के अध्ययन से यह अनुमान लगाया जा सकता है कि आरम्भ में वह क्या था, उसमें कितने परिवर्तन हुए हैं, उससे कितना ताप विकसित हुआ है और आरंभिक तत्त्व से उस तत्त्व तक परिवर्तन होने में कितना समय लगा है। इस प्रकार किसी शिला की, जिसमें इस प्रकार का सीसा विद्यमान हो, आयु निकाली जा सकती है। इस रीति से हम भू-पर्पटी की विभिन्न शिलाओं की आयु निर्धारित

कर सकते हैं और सबसे पुरानी शिला की आयु से भूपर्पटी की आयु का अनुमान लगाया जा सकता है।

सीसे के समान हीलियम भी तेजोद्गिरण की क्रिया से उत्पन्न होती है और उसकी मात्रा से भी शिलाओं की आयु निर्धारित की जा सकती है। उदाहरण के लिये, शिलाओं की आयु निकालने के दो सूत्र नीचे दिये जा रहे हैं —

$$\text{शिला की आयु} = \frac{\text{Pb}}{\text{U}_r} \times 6600 \text{ Million Years (होम के अनुसार)}$$

$$= \frac{\text{He}}{\text{U}_r} \times 96 \text{ Million Years (रुथरफोर्ड के अनुसार)}$$

तेजोद्गार तत्त्वों की संख्या लगभग ४० है। इनमें से मुख्य रेडियम, यूरेनियम और थोरियम हैं। सन् १८९५ ई० में हैनरी बैक्वेरल ने यूरेनियम के इस गुण का पता लगाया। तदुपरान्त सन् १८९८ ई० में मैडम क्यूरी ने ज्ञात किया कि थोरियम के लवणों में भी यह विशेषता पाई जाती है। सन् १९०२ में श्री एव श्रीमती क्यूरी ने रेडियम का अन्वेषण किया, जो यूरेनियम की तुलना में १० लाख गुना अधिक तेजोद्गार है। इन तत्त्वों के इसी गुण का उपयोग अथवा दुरुपयोग ‘परिमाणु बम’ (Atom Bomb) है।

जौन जौली ने खनिजों की आयु निकालने की एक अन्य रीति की खोज की है। यह भी तेजोद्गिरण पर आधारित है। उसने अश्वक में बहुत से एककेन्द्रीय वृत्त देखे जिन्हें उसने नैकवर्ण प्रभामण्डल (Pleochroic haloes) की संज्ञा दी। यदि हम इन वृत्तों का व्यास और वियोजन का वेग ज्ञात हो, तो हम खनिज की आयु ज्ञात कर सकते हैं।

निष्कर्ष

पृथ्वी की आयु के सम्बन्ध में आरम्भ में जो गणनायें की गईं, उनसे इसका मूल्य अपेक्षाकृत बहुत कम आता था। तेजोद्गार पदार्थों की खोज के उपरान्त यह मूल्य लगभग २०००,०००,००० वर्ष आया। आधुनिकतम रीतियों से यह संख्या और भी अधिक आती है। गणनाओं के ये विभे दन अन्वेषक को उलझन में डाल देते हैं। ऐसा प्रतीत होता है कि भारतीय मनीषियों ने पृथ्वी की आयु का सही मूल्य निकाल लिया था, किन्तु दुर्भाग्य से उनकी गणनायें अब सुलभ नहीं हैं। या तो वे कहीं छिपी पड़ी हैं या आक्रमणकारियों ने उन्हें नष्ट कर दिया है।

(ग) पृथ्वी की आन्तरिक रचना

(The Interior of the Earth)

हमारे पास ऐसे कोई भी साधन नहीं हैं, जिनकी सहायता से हम प्रत्यक्षतः देख सकें कि पृथ्वी के अन्दर क्या है। कुँओ और खानों की गहराई तो बड़ी ही नगण्य होती है। अभी तक जितने सखिद्र (Bore-holes) किये गये हैं, उनमें सबसे गहरा लगभग तीन मील का है। जब हम इस तीन मील की गहराई को पृथ्वी के अर्धव्यास के मनक्ष रखते हैं, जो लगभग ४००० मील है, तब हम अनुभव करते हैं कि पृथ्वी के अन्तर के अध्ययन के लिये सखिद्र नितान्त उपेक्षणीय हैं। अतएव हमें परोक्ष रीतियों (Indirect methods) की शरण लेना पड़नी है।

(१) पृथ्वी का अभ्यन्तर

गरम सोते तथा ज्वालामुखी आदि यह प्रमाणित करते हैं कि पृथ्वी का अभ्यन्तर उष्ण है। पृथ्वी के अन्दर तापमान गहराई के साथ बढ़ता जाता है। यह निश्चित किया गया है कि प्रत्येक ६४ फुट की गहराई के बाद तापक्रम १° फ बढ़ जाता है। इस हिसाब से पृथ्वी के धरातल से ६० मील नीचे तापक्रम इतना अधिक होगा कि वहाँ पर कोई भी शिला ठोस अवस्था में नहीं रह सकती। इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि पृथ्वी की पर्वटी लगभग ६० मील मोटी है। अन्य शब्दों में यदि पृथ्वी को सेब (Apple) मान लिया जाय तो पर्वटी छिलका होगी। आधुनिक खोजों में जान डोना है कि भूपर्वटी में आन्तरिक भागों की अपेक्षा तेजोद्गम पदार्थ (Radio-active Elements) अधिक मात्रा में वर्तमान हैं। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि संभव है अधिक नीचे तापक्रम इतने अधिक वेग में न घटता हो।

पृथ्वी के अभ्यन्तर के विषय में तीन विचार-धाराएँ हैं। कुछ विद्वानों का विचार है कि पृथ्वी का केवल ऊपरी पृष्ठ ठोस है, अन्दर सर्वत्र तरल है। अपने कथन की पुष्टि के लिये ये ज्वालामुखी के उद्गारों का उदाहरण देते हैं। यदि यह कथन सत्य होता तो यह तरल पदार्थ सूर्य और चन्द्रमा के आकर्षण से प्रभावित अवश्य होता और इस प्रकार पृथ्वी के धरातल पर ज्वार (Tide) होते। किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं होता। अतएव यह विचारधारा अमान्य सिद्ध होती है। दूसरी विचारधारा यह है कि पृथ्वी का अभ्यन्तर वातीय (Gaseous) है। यह भी असत्य है, क्योंकि यदि पृथ्वी के अन्दर केवल वातियाँ (Gases) होतीं तो सम्पूर्ण पृथ्वी का औसत-घनत्व इतना अधिक न होता

1. Concentric

जितना कि वह है। तीसरी विचारधारा यह है, कि पृथ्वी में एक ठोस आन्तरिक (Solid Core) है। यह तथ्य कि दबाव बढ़ जाने से प्रत्येक पदार्थ का द्रवणांक (Melting Point) बढ़ जाता है—इसका समर्थन करता है। एक अन्य विचारधारा यह है कि आन्तरिक (Core) और पर्पटी (Crust) तो ठोस हैं, किन्तु मध्य का भाग तरल है।

सम्पूर्ण पृथ्वी का औसत घनत्व ५.५ है और पर्पटी की उपरिष्ठ शिलाओं में से अधिकांश का घनत्व ३ में भी कम है। इससे यह विदित होता है कि केन्द्रीय आन्तरिक (Central Core) का घनत्व बहुत ही अधिक है अर्थात् उसका मूल्य लगभग ७ या ८ अवश्य होगा। पहले यह समझा गया कि ऊपर के शिला-स्तरों के बृहद् भार के कारण घनत्व इतना अधिक है किन्तु प्रयोग (Experiments) इसका खण्डन करते हैं। प्रयोगों से यह ज्ञात होता है, कि दबाव बढ़ जाने से घनत्व बढ़ता तो अवश्य है, किन्तु केवल एक निश्चित सीमा तक उसके आगे नहीं। पृथ्वी के अभ्यन्तर का घनत्व इतना अधिक होना इस प्रकार समझ में नहीं आता। अतएव हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि पृथ्वी का आन्तरिक बहुत भारी पदार्थों से बना है। अनेक प्रमाण इस कथन की पुष्टि करते हैं, कि वह लोहा और निकैल (Nickel) के मिश्रण से बना है —

(१) पृथ्वी के गोले की परिदृढता (Rigidity) जो इस्पात (Steel) से कुछ ही कम है।

(२) पृथ्वी का चुम्बकत्व—यह अनुमान किया जाता है कि पृथ्वी का यह गुण आन्तरिक (Core) में विद्यमान लोहे और निकैल के कारण ही है। लोहा और निकैल दोनों ही बड़े शक्तिशाली चुम्बकीय पदार्थ हैं।

(३) उल्काओं (Meteorites) के अध्ययन से विदित होता है कि उनकी रचना में लोहे और निकैल के योगिकों (Compounds) का महत्वपूर्ण अंश रहता है। वे भी तो इसी सौर परिवार के सदस्य हैं, अतएव पृथ्वी की रचना उनसे मिलती-जुलती हो सकती है।

आन्तरिक (Core) के ठीक ऊपर शिला पदार्थों का एक स्तर है जिसका कम से कम ऊपरी भाग तो अवश्य ही मणिभीय (Crystalline) है। यह स्तर आन्तरिक से उसी प्रकार अलग हुआ होगा, जिस प्रकार लोहे के गलाने पर धातु-मैल (Slag) ऊपर आ जाता है। इस प्रकार इससे पृथ्वी की तरल अवस्था का भी समर्थन हो जाता है।

स्वैस (Suess) की उपकल्पना है कि स्थल खण्डों की जलज शिलाओं (Sedimentary cover) के नीचे कणाश्म (Granite) से मिलते-जुलते पदार्थ का स्तर है। इसे उसने सियाल (Sial) कहा है, क्योंकि इसमें सिलिकन

1. Magnetic Substances.

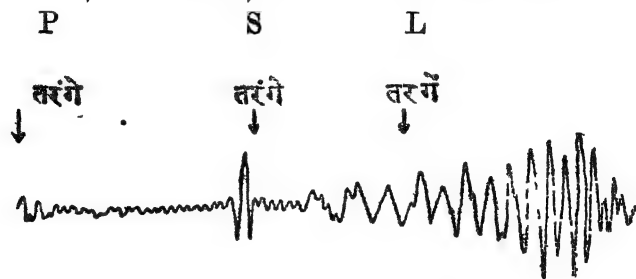
और एल्युमीनियम का प्राचुर्य है [Silicon + Aluminium i.e. Si + Al = Sial] । इसके नीचे अधिक घनत्ववाले पदार्थों का अपेक्षाकृत मोटा स्तर है—जिसे उसने सिमा (Sima) कहा है [Silicon + Magnesium i.e. Si + Ma = Sima] ।

(२) भूकम्प शास्त्र के प्रमाण (Evidence of Seismology)

जब भूकम्प होता है, तब उसक उद्गम से तरंगें सभी दिशाओं में अग्रसर होती हैं। चित्र ६ से यह कथन स्पष्ट होगा। इसमें उ विन्दु भूकम्प का उद्गम है। यह पृथ्वी के धरातल से प्रायः पचास-साठ मील नीचे होता है। भूकम्प की तरंगें तीन प्रकार की होती हैं —

(१) प्रधान तरंगें (Primary Waves)—इन्हें अँगरेजी में (P-waves) भी कहते हैं। ये ध्वनि-तरंगों के समान होती हैं। इनमें पदार्थ के कण गति की दिशा में ही प्रदोलित (Oscillate) होते हैं।

(२) गौण तरंगें (Secondary waves)—इन्हें अँगरेजी में (S-waves) भी कहते हैं। ये प्रकाश तरंगों से मिलती जुलती हैं। इनमें कणों का प्रदोलन (Oscillation) गति की दिशा के प्रति समकोण बनाता है।



चित्र ५—भूकम्प की तरंगें

(३) पृष्ठ तरंगें (Surface waves)—इन्हें अँगरेजी में S-waves भी कहते हैं। जैसा कि इनके नाम से प्रकट है, ये पृथ्वी के धरातल तक ही सीमित रहती हैं और अभ्यन्तर में नहीं जाती। इनका आवृत्तिकाल (Period) अपेक्षाकृत लम्बा होता है।

चित्र ५ में भूकम्प की तरंगों के प्रकार प्रदर्शित किये गये हैं। भूकम्प के उद्गम से आरम्भ होकर ये लहरे सभी दिशाओं में धरातल की ओर अग्रसर होती हैं। यदि पृथ्वी की रचना सर्वत्र एक सी होती तो ये लहरे सीधी रेखाओं में आगे बढ़ती, किन्तु वास्तव में पृथ्वी की रचना सब जगह एक सी नहीं है। उसमें भिन्न-भिन्न घनत्व के अनेक स्तर हैं। जहाँ भी दो भिन्न घनत्व के स्तर मिलते हैं, वही पर इन तरंगों में वर्तन (Refraction) और परावर्तन (Reflection) होता है। ऐसे समतलों को जो दो भिन्न घनत्व के स्तरों को पृथक् करता है

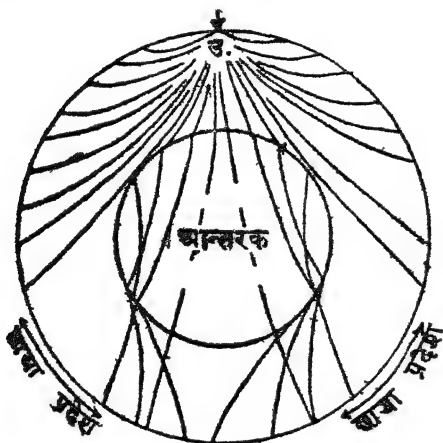
‘विचालिता तल’ (Anomaly Plane) अथवा ‘विरततातल’ (Discontinuity Plane) कहते हैं। पृथ्वी के अन्त्यन्तर में घनत्व के बार-बार बदलने से तरंग का मार्ग टेढ़ा हो जाता है।

हाल ही में नवीन तरंगों के दो वर्गों की खोज हुई है —

(१) Pg—Sg तरंग—ये P—S तरंगों के समान हैं, किन्तु इनकी गति का वेग अपेक्षाकृत कम है।

(२) P*—S* तरंग—ये भी P—S तरंगों से मिलती-जुलती हैं, किन्तु इनका गति-वेग P—S वर्ग और Pg—Sg वर्ग की तरंगों के बीच का है।

तरंगों के मुड़ जाने से भूपृष्ठ के कुछ प्रदेश भूकम्प से बिल्कुल भी प्रभावित नहीं होते। ऐसे प्रदेशों को ‘छाया-प्रदेश’ (Shadow Zone) की संज्ञा दी गई है। चित्र ६ में उन्हें प्रदर्शित किया गया है।



चित्र ६—पृथ्वी में भूकम्प की तरंगों के पथ

इन तीन वर्गों की तरंगों के अनुसंधान से यह निष्कर्ष निकलता है कि पृथ्वी में तीन प्रकार के स्तर हैं —

(१) सबसे कम वेगवान तरंग अर्थात् Pg—Sg तरंगें हल्के पदार्थों से बने सबसे ऊपर के स्तर में प्रवाहित होती हैं।

(२) सबसे अधिक वेगवान तरंग अर्थात् P—S तरंगें भारी पदार्थों से बने सबसे नीचे वाले स्तर में प्रवाहित होती हैं।

(३) मध्यवर्ती (Intermediate) वेग की तरंगें अर्थात् P*—S* तरंगें बीच के स्तर में प्रवाहित होती हैं।

इस प्रकार तरंगों का अध्ययन इस कथन की पुष्टि करता है कि पृथ्वी में तीन स्तर हैं, जिनका घनत्व गहराई के साथ बढ़ता जाता है।

किसी भी तरंग के गति-वेग से यह अनुमान लगाया जा सकता है कि वह जिस स्तर में से होकर आई है, उसका घनत्व, सपीड्यता (Compressibility) और अन्य भौतिक गुणों का मूल्य क्या है। यह कथन निम्नलिखित उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिए किसी लडके को यह आदेश दिया जाय कि वह मैदान, मरुस्थल और कीचड़ प्रत्येक में एक एक मील दौड़े। स्पष्ट है कि वह मैदान की दूरी सबसे शीघ्र पूरी कर लेगा, मरुस्थल में एक मील दौड़ने में उसे अधिक समय लगेगा और कीचड़ में पैर फँसने से उसे सबसे अधिक समय लगेगा। अतएव यदि हमें यह ज्ञात हो कि लडके के दौड़ने का वेग क्या है, तो हम तुरन्त ही यह बतला सकते हैं कि वह मैदान में दौड़ा है या मरुस्थल में अथवा कीचड़ में। ठीक यही दशा भूकम्प की तरंगों की भी हैं। उनके वेग से हम पृथ्वी की आन्तरिक रचना का अनुमान कर सकते हैं।

भूकम्प की तरंगों के अध्ययन से भूपर्पटी की रचना के सम्बन्ध में ये निष्कर्ष निकलते हैं.—

(१) ऊपरी स्तर के गुण बहुत कुछ कणाश्म (Granite) से मिलते-जुलते हैं।

(२) मध्यवर्ती स्तर के गुण बेसाल्ट (Basalt) से मिलते हैं। डैली और जैफ्रे के अनुसार इस स्तर में बेसाल्ट ग्लास (Basalt Glass) का प्राधान्य है और होम्स तथा वैजेनर के अनुसार उसमें एम्फिबोलाइट (Amphibolite) का प्राचुर्य है।

(३) नीचे के स्तर के पदार्थ बेसाल्ट से भारी है और उनमें ओलीवीन (Olivine) की मात्रा बहुत है। इसे ड्यूनाइट (Dunite) या पैरिडोटाइट (Peridotite) का स्तर कहा गया है।

जहाँ तक मोटाई का सम्बन्ध है, जैफ्रे का विचार है कि ऊपरी स्तर (योरप के नीचे) १०, १२ किलोमीटर मोटा है और मध्यवर्ती स्तर २०-२५ किलोमीटर। जर्मनी और जापान के भूकम्पवेत्ता इन स्तरों को और भी मोटा मानते हैं। नीचे के स्तर की मोटाई के विषय में निश्चित सख्याये नहीं दी गई है—तो भी इतना तो निर्विवाद है कि—वह ऊपर के दोनों स्तरों से अधिक मोटा है।

यह ज्ञान हुआ है कि L तरंगों का वेग स्थल की अपेक्षा सागरनितल में (विशेषकर प्रशान्त नितल में) अधिक है। इससे यह विदित होता है कि कणाश्म (Granite), जिससे स्थल-खण्ड बने हैं, सागर नितल में कम हैं। L तरंगों का वेग अटलाण्टिक की अपेक्षा प्रशान्त नितल में अधिक है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि अटलाण्टिक नितल में अब भी कणाश्म (Granite) काफी मात्रा में वर्तमान है।

L तरंगे पृष्ठ तक ही सीमित हैं अतएव उनसे पृथ्वी के अन्तर का कुछ भी

ज्ञान नहीं होता। पृथ्वी के अन्त्यन्तर के जानने के लिये P—S तरंगों का अध्ययन आवश्यक है। गहराई के साथ इन तरंगों का गति-वेग बढ़ता जाता है। यह वृद्धि प्रायः पृथ्वी की त्रिज्या के $\frac{3}{10}$ भाग की गहराई तक पाई जाती है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि इतनी गहराई तक पृथ्वी स्थिति-स्थापक (Elastic) ठोस पदार्थ से बनी है। ओल्डहैम (Oldham) ने सन् १९०६ ई० में यह ज्ञात किया कि अभिकेन्द्र (Epentre) से 120° या अधिक के अन्तर पर तरंगे लुप्त हो जाती हैं। क्योंकि ये तरंगे तरल पदार्थों में प्रवाहित नहीं होती अतएव इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि पृथ्वी का आन्तरिक (Core) आधी त्रिज्या तक फैला हुआ है और वह तरल है। आधुनिकतम खोजों से कुछ और बातों का पता चला है किन्तु उनसे मुख्य निष्कर्ष में कोई अन्तर नहीं पड़ता।

(३) पृथ्वी के अन्त्यन्तर के स्तर

(The Zones of the Earth's Interior)

पृथ्वी की आन्तरिक रचना के विषय में विद्वानों के भिन्न-भिन्न मत हैं। चित्र ७ में एक बहुजनमान्य मत प्रदर्शित किया गया है। इसके अनुसार पृथ्वी में निम्नलिखित स्तर हैं—

(१) आन्तरिक (Core)—आयतन में यह पृथ्वी का छटवाँ भाग है। पृथ्वी के चुम्बकत्व (Magnetism) और परिदृढत्व (Rigidity) से भी



चित्र ७—पृथ्वी की आन्तरिक रचना

इसका समर्थन होता है। यह लोहे और निकल (Nickel) के मिश्रण से बना है। इसका घनत्व ११.६ है।

(२) लोहे और मिश्रित सिलिकेट का स्तर—इसकी मोटाई लगभग १७०० किलोमीटर है। आयतन में यह पृथ्वी का चौथाई भाग है। इसके ऊपरी भाग में मुख्यतः सिलिकेट है और निचले भाग में मुख्यतः लोहा है।

(३) ‘मिलिकेट का भीतरी स्तर—इसकी मोटाई लगभग ११४० किलोमीटर है। इसका घनत्व ३१ से ४७५ तक है।

(४) मिलिकेट का ऊपरी स्तर अथवा बाह्य पृष्ठ—इसकी मोटाई लगभग ६० किलोमीटर है। इसका घनत्व २७ से २९ तक है।

इस प्रकार की संरचना का समर्थन निम्नलिखित विज्ञान भी करते हैं —

(१) विश्वोत्पत्ति शास्त्र (Cosmogony)

(२) भौतिक शास्त्र विशेषकर गिलाओ की सपीड्यता का प्रायोगिक अध्ययन (Experimental studies in the compressibility of rocks)

(३) उल्का-विज्ञान (The Science of Meteorites.)

प्रश्नावली

1 Discuss the principal theories concerning the origin of the earth. (Ban M Sc Geol. 1951).

2. What are the latest views on the origin of the earth? Discuss the merits of the various theories.

(Ban. M.Sc. Geol. 1949).

3. Trace the evolution of ideas concerning the origin of the earth. Discuss the recent theory in detail.

(Ban. M.Sc. Geol. 1940).

4 Enumerate the various theories of the origin of the solar system and discuss fully how the latest one is an improvement on others.

(Ban M.Sc. Geol. 1938).

5. What are the defects of Laplace's hypothesis of the origin of the solar system? Give an account of the tidal theory and explain its merits.

(Ban M.Sc. Geol. 1936).

6. Describe any one of the radio-active methods of determining the age of a rock.

(Lucknow M. Sc. Geol. 1951).

7. Give an account of the different methods of estimating the age of the earth. (Banaras M.Sc. Geol. 1948).

8. What are the various methods of determining the

age of the earth? Which of them do you think more satisfactory and why? (Banaras M.Sc. Geol. 1939).

9 Describe the salient features of the most reliable method by which we can measure the age of the earth in solar years and give reasons as to why you regard the method to be reliable. (Lucknow M.Sc. 1949)

10. Discuss the different views held in respect of the crust and the sub-stratum of the earth
(Lucknow M.Sc. Geol. 1951).

11. Write an essay on the physical state of the earth's interior.
(Ban M A. & M.Sc. Geog. 1949).

12 Outline the views advanced by geologists and geophysicists regarding the constitution of the earth's interior, giving in each case the evidences on which they are based.
(Ban. M.Sc. Geol. 1950).

13. Write an essay on the interior constitution of the earth.
(Ban. M Sc Geol. 1948 and 1945).

14. Summarize the nature of the interior of the earth and explain fully the reasons that led to their formation.
(Banaras M.Sc Geol. 1951)

15 Sketch in outline a picture of the earth's metallic nucleus and the surrounding rock-shells with the help of earthquake records.
(Banaras M.Sc. Geol. 1951).

16. Sketch briefly a picture of structure of the earth How do seismograph records provide the most powerful available means of exploring the earth's interior ?
(Agra B A. Geography 1952).

17 Give a resume of the present state of our knowledge about the internal structure and constitution of the earth. Discuss evidence on which it is based. Draw a neat diagram to illustrate your answer.

(Banaras M.A. and M.Sc Geog. 1953).

18. Discuss the main theories in regard to the composition and physical state of the interior of the earth
(Banaras M.Sc. Geology 1953).

द्वितीय परिच्छेद “महाद्वीपों और महासागर-नितलों की उत्पत्ति तथा स्थायित्व”

['THE ORIGIN AND PERMANENCY OF
CONTINENTS AND OCEAN-BASINS]

(क) उत्पत्ति विषयक प्रमुख उपकल्पनाये

महाद्वीपों और महासागरों की उत्पत्ति के संबंध में अनेक उपकल्पनाये की गई हैं। इनमें से कुछ प्रमुख अत्यन्त संक्षेप में नीचे दी जा रही हैं —

(१) **लॉर्ड कैल्विन**—नभव है, पृथ्वी की वातीय प्रावस्था (Gaseous Phase) समाप्त होने के पूर्व महाद्वीप न्यूक्लियस (Nuclear Clots) रहे हों अर्थात् अपनी आरम्भिक अवस्था में जब पृथ्वी गैस का पुंज थी—उस समय महाद्वीप ऐसे आकर्षण के केन्द्र थे, जहाँ आद्य पदार्थ विशेष रूप से एकत्र हुए हैं।

(२) **सौलेस**—पृथ्वी के धरातल के वर्धन (Bulges) और निम्नन (Depressions) वायुमण्डल के दबाव (Atmospheric Pressure) की विभिन्नता के द्योतक हैं। अन्य शब्दों में जहाँ पर वायु का भार अधिक था, वहाँ महासागर बन गए और जहाँ वायु का भार कम था वहाँ महाद्वीप बन गए।

(३) **ग्रहाणु (Planetesimal) सम्बंधी उपकल्पना**—इसके अनुसार पृथ्वी के प्राकृतिक विभाग ग्रहाणुओं के असम पात^१ के कारण बने हैं अर्थात् जहाँ पर ग्रहाणुओं का पात अधिक हुआ है, वहाँ महाद्वीप बन गए हैं और जहाँ इनका पात कम हुआ है, वहाँ महासागर बन गए हैं।

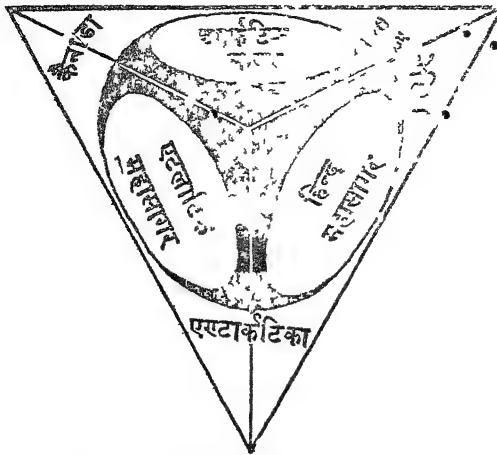
(४) **लोथियन ग्रीन**—इन्होंने यह उपकल्पना की है कि आरम्भ में पृथ्वी चतुरर्णीक (Tetrahedron) के रूप में थी (चित्र ८)। इस चतुर-नीक के चारों फलकों^२ पर महासागर थे और क्षैतिज-तटों^३ पर महाद्वीप थे।

1. Infall.

2. Faces.

3. Horizontal Edges.

आर्कटिक महासागर ऊपरी फलक पर था और अण्टार्कटिका महाद्वीप निम्नतम बिन्दु पर स्थित था।



चित्र ८—जोथियन ग्रीन की उपकल्पना

(५) जे० डबल्यू० ग्रेगरी

इन्होंने जोथियन ग्रीन की उपर्युक्त उपकल्पना का और भी अधिक विकास किया है। अपने पक्ष के समर्थन के लिये इन्होंने अनेक भौगोलिक तथ्य उपस्थित किये हैं—

(१) उत्तरी गोलार्ध में स्थल का आधिक्य।

(२) महान भौगोलिक इकाइयों—अर्थात् महाद्वीप और महासागरों की तिकोनी आकृति।

(३) स्थलखण्डों का ध्रुवों के प्रति त्रिविकरक (Tri-radial) विन्यास।

(४) स्थलखण्डों और महासागरों का पारस्परिक प्रतिध्रुवीय (Anti-podal) होना।

इतने अनुकूल प्रमाण होते हुए भी, दुर्भाग्य से, गणित का एक ही तथ्य इस उपकल्पना को असफल सिद्ध कर देता है —

‘चतुरनीकीय विरूपण (Tetrahedral Deformation) समतल की आकृति (Figure of equilibrium) के अनुरूप नहीं है।’^१

(६) प्रो० लैपवर्थ

इनके अनुसार महाद्वीप और महासागर विस्तृत भ्रजो (Broad Folds) के प्रतिनिधि हैं। महाद्वीप शीर्ष (Crest) के द्योतक हैं और महासागर पाद (Trough) के।

1. A tetrahedral deformation does not correspond with a figure of equilibrium.’

सिद्धान्त की समीक्षा

प्रथम तो ऐसे कोई भी प्रमाण नहीं है, जिनसे यह सिद्ध होता हो कि महाद्वीप और महासागर भज हैं, फिर यदि उन्हें भज मान भी लिया जावे, तो उनके बनने की क्रिया स्पष्ट नहीं होती।

अतएव, लैप्वर्थ की उपर्युक्त उपकल्पना अस्वीकृत कर दी गयी।

(७) लव

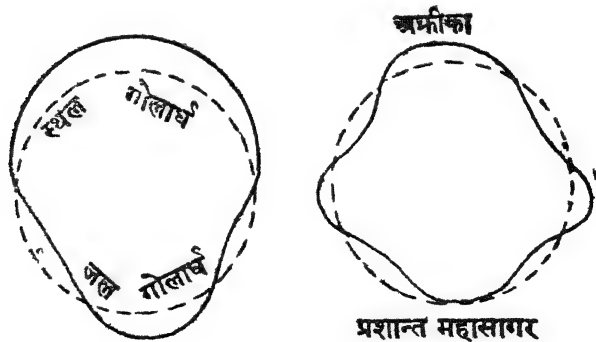
जैसा की ऊपर उल्लेख हो चुका है, लैप्वर्थ की उपकल्पना अस्वीकृत कर दी गई थी, किन्तु लव ने इसे पुनः जीवन प्रदान कर दिया। इन्होंने गणितीय विश्लेषण (**Mathematical Analysis**) से यह सिद्ध किया है कि यदि किसी भोम-पदार्थ का भ्वाकृष्टि-केन्द्र (**Centre of Gravity**) और आकृति-केन्द्र (**Centre of Form**) एक ही बिन्दु पर नहीं होता है, तब उसमें विरूपण होता है अर्थात् उसका कुछ भाग ऊपर उठ जाता है और कुछ अंश नीचे धस जाता है। इस धारणा के अनुसार जैसा विन्यास (**Configuration**) होना चाहिये, महाद्वीपों की आकृति बहुत कुछ वैसी ही है।

समीक्षा

नवीन भूभौतिकीय अवधारणायें (**Geo-Physical Conceptions**) इस उपकल्पना के अनुकूल नहीं हैं।

(८) जीन्स

इनके अनुसार चन्द्रमा को जन्म देने के पश्चात् तथा एक अन्य उपग्रह को जन्म देने के पूर्व जब पृथ्वी रुचिफल (**Pear**) के आकृति की थी, तभी



चित्र ९—जीन्स तथा सौलैस के अनुसार पृथ्वी का विरूपण

1. Earth-body.
2. Deformation.

उसमें घनीभवन हुआ। स्पष्ट है, कि ऐसी पृथ्वी में निम्नलिखित अवयव अवश्य होंगे—(१) एक स्थल-गोलार्ध (२) रूचिफल की ग्रीवा के अनुरूप महासागर की वलयाकार मेखला और (३) स्थल गोलार्ध के प्रतिध्रुव (*Antipodal*) एक छोटा द्वीप। चित्र ९ इस कथन की पुष्टि करता है। यदि जीन्स के अनुसार पृथ्वी की आरम्भिक रचना को सही मान लिया जावे तो उसके शीतल होने के समय दोनों गोलार्धों में पारस्परिक आकर्षण होगा, जिसके फलस्वरूप विषुवतीय कटिबन्ध में वर्धन (*Bulges*) उत्पन्न हो जायेंगे।

सौलेस ने यह प्रदर्शित किया है कि पृथ्वी के स्थल और जल का वर्तमान वितरण बहुत कुछ उपर्युक्त उपकल्पना के अनुरूप है।

जीन्स तथा सौलेस की उपर्युक्त उपकल्पना के सन्दर्भ में औसमण्ड फिशर (*Osmond Fisher*) के उस सुझाव की ओर सकेत कर देना उचित होगा, जिसके अनुसार प्रशान्त-महासागर-स्थलमण्डल से चन्द्रमा के पृथक हो जाने के फलस्वरूप उत्पन्न चकता^१ का द्योतक है।

६. स्वेस (Suess) का सिद्धान्त

स्वेस के अनुसार भूपर्पटी को दो विभागों में बाँटा जा सकता है—

(१) अवरोधी भाग (*Resistant Parts*)

(२) अनवरोधी भाग (*Non-resistant Parts*)

(१) अवरोधी भाग—ये इतने अधिक कठोर हैं, कि इनपर भजन की क्रिया (*Folding*) का कोई भी प्रभाव नहीं पड़ता। इनके अतर्गत कैनाडा (जिसे लॉरेंशियन शील्ड भी कहते हैं), पूर्वी साइबेरिया (अगारालैण्ड) आदि आते हैं। चित्र १० में इन्हें बिन्दुओं और तिरछी रेखाओं द्वारा दर्शाया गया है।

(२) अनवरोधी भाग—इनकी पर्पटी अपेक्षाकृत निर्बल और कोमल है, अतएव भजन की क्रिया (*Folding*) से ये तुरन्त प्रभावित होते हैं।

महाद्वीप अवरोधी पर्पटी पर स्थित है अथवा अनवरोधी पर्पटी के उन भागों पर है जो भजन (*Folding*) के फलस्वरूप ऊपर उठ गए हैं। भजन की यह क्रिया महाद्वीपो से ही आरम्भ होती है। दूसरी ओर, महासागर भूपर्पटी के अनवरोधी भाग पर स्थित है अथवा अवरोधी भाग के उन अंशों में विद्यमान है जो विभगन (*Faulting*) द्वारा नीचे धस गए हैं।

(१०) जौली का तेजोद्गिरण (*Radio-Activity*) का सिद्धान्त संक्षेप में, यह सिद्धान्त इस प्रकार है—

(१) महाद्वीपों के नीचे के स्तर में सिलिकन (Silicon) और मैग्नेशियम (Magnesium) नामक खनिजों का बाहुल्य है। यही कारण है



चित्र १०—भूपर्पटी के अवरोधी एवं अनवरोधी भाग (दृष्टव्य—इस चित्र में लैरिशिया के अवरोधी भाग विन्दुओं द्वारा तथा गण्डवानालैण्ड के अवरोधी भाग तिरछी रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किये गये हैं)

कि भूपर्पटी के इस स्तर को $Si + Ma = Sima$ (सिमा) कहते हैं। सिमा में तेजोद्गर्ग (Radio-active) पदार्थ बहुत पाये जाते हैं। इन तेजोद्गर्ग पदार्थों का वियोजन (Disintegration) होता रहता है, जिससे बड़ी अधिक मात्रा में ताप उद्भक्त होता है।

(२) सिमा के ऊपर महाद्वीपों का स्तर है। इसमें सिलिकन (Silicon) और एल्यूमीनियम (Aluminium) नामक खनिज प्रचुरता से पाये जाते हैं। इसीलिये इसे $Si + Al = Sial$ (सियाल) की सजा भी दी गई है। सियाल में सिमा से भी अधिक मात्रा में तेजोद्गर्ग पदार्थ विद्यमान है। इस स्तर का कुछ ताप विकिरण (Radiation) द्वारा निकल जाता है किन्तु इसके तेजोद्गर्ग पदार्थों से इतना अधिक ताप निकलता है कि उससे विकिरण द्वारा खोये हुए ताप की पूर्ति सरलता से हो जाती है।

(३) परिणाम यह होता है कि सिमा में जो ताप एकत्र होता रहता है वह बाहर नहीं निकलने पाता। इस प्रकार ताप के लगातार एकत्र होते रहने से सिमा का ताप बढ़ जाता है और फलस्वरूप उसका ऊपरी भाग पिघल जाता है।

(४) सिमा के द्रवित होने से उसका घनत्व घट जाता है, जिससे उसमें तैरने वाले महाद्वीप कुछ नीचे धस जाते हैं। कालान्तर में जब सिमा ठण्डा होकर पुनः जमना गुरु होता है तब उसके ऊपर का सियाल का स्तर आकार में बड़ा पड़ता है, जिससे उसमें स्वभावतः सिकुड़न पड़ जाती है। इसी सिकुड़न या भजन (Folding) के फलस्वरूप महाद्वीप और महासागर अस्तित्व में आये हैं।

(ख) स्थायित्व (Permanency)

भूमिका—भूमण्डल में विद्यमान जल और स्थल के छोटे मोटे रूप-धेय जैसे झील, तालाब, पहाड़ी आदि अपक्षरण (Erosion) या उन्मज्जन-निमज्जन (Elevation and subsidence) की क्रियाओं से बन सकते हैं, किन्तु महाद्वीप और महासागर जैसे महान प्राकृतिक विभाग इस प्रकार कदापि नहीं बने हैं। इस प्रकार की कल्पना भी बुद्धि को ग्राह्य नहीं है। भूपृष्ठ की ये महान इकाइयाँ और उनका विन्यास पूर्वकालीन युगों में कहाँ तक स्थायी रहा है—यह प्रश्न भौमिक जगत में पिछली एक शताब्दी से विवाद का विषय रहा है।

इस विषय में दो मत हैं—एक स्थायित्व का पोषक है, तो दूसरा अस्थायित्व का।

(१) अस्थायित्व की विचारधारा—निम्नलिखित भौमिकीय प्रमाणों से सिद्ध होता है कि महाद्वीप और महासागर नितल स्थायी नहीं हैं —

(१) तट-रेखाओं में विक्षलन (Shifting) होता रहता है।

(२) अनेक स्थलखण्डों में महासागरीय निक्षेप (Marine Deposits) उपलब्ध हुए हैं। इससे स्पष्ट है कि कभी न कभी वहाँ पर महासागर अवश्य था।

अस्थायित्व की विचारधारा के अनुर्यायी भूगर्भवेत्ता इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं — ‘महासागर-नितल अपेक्षाकृत उथली द्रोणियाँ हैं । इनमें बालू और पक्के के निक्षेप स्तरशः स्थापित होते रहे हैं । नितल के ऊपर उठ जाने से महासागर महाद्वीपो में परिणत हो गए हैं और महासागरों के जल की बाढ से महाद्वीपो ने महासागरों का रूप ले लिया है ।’

२-स्थायित्व की विचार धारा — नवीन अनुसंधानों से ज्ञात होता है कि उपर्युक्त विचारधारा सही नहीं है और महाद्वीप तथा महासागर-नितल स्थायी हैं ।

सर्वप्रथम सन् १८४६ ई० में डाना (Dana) ने महाद्वीप एवं महासागर-नितल के स्थायित्व का प्रतिपादन किया था । उन्होंने कहा कि महाद्वीपों और महासागरों में स्थानान्तरण कभी भी नहीं हुआ है और पृथ्वी के इन महान विभागों का विन्यास सदैव स्थायी रहा है ।

जिन प्रमाणों से महासागर-नितल के स्थायित्व का समर्थन होता है, उनमें मुख्य ये हैं —

(१) सागर नितल की आकृति स्वयं अपने स्थायित्व की द्योतक है । उन्नीसवीं शताब्दी में सपन्न ध्वनीकरण (Sounding) में विदित होता है कि महासागर-नितल का प्रच्छेद (Cross-Section) आकृति में वाष्पीकरण के पात्र (Evaporation Basin) की अपेक्षा रस-तलिका (Soup Plate) से अधिक मिलता जुलता है । इसके अतिरिक्त ऐतिहासिक काल में अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain) के उन्मज्जन से महाद्वीप कभी नहीं बने । जब कभी भी नवीन द्वीप अस्तित्व में आये हैं, तो उथले महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf) में ही ।

(२) महाद्वीपों में पाये जाने वाले निक्षेप महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf) तथा महाद्वीपीय प्रवण (Continental Slope) में पाये जाने वाले निक्षेपों से मिलते जुलते हैं और अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain) के निक्षेप से सर्वत भिन्न हैं । अथाह सागर के निक्षेप केवल कुछ महासागरीय द्वीपों (Oceanic Islands) में पाये जाते हैं ।

स्थल-सेतुओं (Land Bridges) की अवधारणा

यद्यपि उपर्युक्त प्रमाण अत्यन्त स्पष्ट हैं, तथापि जीवशास्त्र (Zoology) को कुछ अवधारणायें इसके विरुद्ध हैं । स्थल के कुछ जीवों का वितरण बड़ा हो आश्चर्यजनक है । उदाहरण के लिये अन्धे साँप और कुछ विशेष जाति की

1. Mud
2. Layer by Layer.

तितलियाँ केवल दक्षिणी महाद्वीपों में पाई जाती हैं। इनके वितरण के स्पष्टीकरण के लिये जैविकीविद् यह कल्पना करते हैं कि अत्यन्त प्राचीन काल में ये महाद्वीप सहस्रों मील लम्बे स्थल-सेतुओं से मिले हुए थे। कालान्तर में ये सेतु नष्ट होकर डूब गये। यह कल्पना असम्भव सी लगती है, क्योंकि ये सेतु ऐसे हल्के पदार्थों से बने होंगे, जिनके डूबने का प्रबल ही नहीं उछता। फिर इनसे इतने दूर स्थित देशों का एक साथ हिमनदियों द्वारा प्रभावित होना भी तो स्पष्ट नहीं होता।

प्रश्नावली

1. What is the evidence for and against the conception of ‘Permanency of Continents and Ocean basins’? What theory or theories best explain the present configuration of the earth’s surface? (Ban M.Sc. Geol. 1948)

2. Comment on the following statement—

‘Land and sea are almost everywhere antipodal.’

(Ban. M.Sc. Geol. 1947)

3. Do you agree with the idea of the permanence of ocean-basins? If not, why? Show in what way the modern theories about the crust of the earth affect this idea. (Ban. M.Sc. Geol. 1939.)

4. Give an account of the various views concerning the origin of continents and oceans

(Ban. M.Sc. Geol. 1936)

(Lucknow M.Sc. Geol. 1950.)

5. Write a short essay on ‘Permanence of ocean Basins.

(Lucknow M.Sc. Geol. 1948 and 1952.)

6. Analyse some of the more important modern views on the permanency or otherwise of continents and oceans.

(Allahabad M.A. Geog. 1947).

7. Discuss fully the formation of ocean-basins dealing carefully with the important hypothesis on this subject.

(Allahabad M.A. Geog. 1949)

8. Discuss the relative merits of various theories advanced to explain the fundamental division of the earth’s crust into continents and ocean-basins

(Agra M.A. Geography 1953).

9. Discuss briefly the origin of ocean basins.

(Agra M.A. Geography 1951).

10. Are ocean-basins permanent? Discuss,

(Banaras M.A. and M.Sc. Geog. 1953).

तृतीय परिच्छेद महाद्वीपीय प्रवाह

(CONTINENTAL DRIFT)

ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

स्नाइडर (Snider) ने सन् १८५८ ई० में तथा टेलर (Taylor) ने सन् १९०८ ई० में ये विचार प्रकट किये थे कि पूर्वकाल में महाद्वीप प्रवाहित हुए हैं, किन्तु इस सिद्धान्त का श्रेय प्रो० वैंजेनर को दिया जाता है क्योंकि उन्होंने इसकी पुष्टि के लिये अनेक प्रमाण एकत्र किये और इसे व्यवस्थित रूप प्रदान किया। इन्होंने इस सिद्धान्त का प्रणयन सन् १९१२ ई० में किया था, किन्तु प्रथम महायुद्ध के कारण विज्ञान-जगत् ने इसकी ओर विशेष ध्यान नहीं दिया। अपने प्रबन्ध (Thesis) का परिष्कार और सशोधन कर इन्होंने उसे सन् १९२२ ई० में जर्मन भाषा में प्रकाशित किया। सन् १९२४ ई० में इसका अँगरेजी संस्करण निकला। तभी से यह सिद्धान्त महान वाद-विवाद का विषय रहा है।

सिद्धान्त के विकास का कारण

भूगर्भ-शास्त्र के अनेक ऐसे प्रमाण मिलते हैं, जिनसे यह ज्ञात होता है, कि पूर्वकाल में जलवायु का वितरण वर्तमान काल से बिल्कुल भिन्न था। उदाहरण के लिये राजपूताना में हमें हिमनदियों (Glaciers) के चिन्ह मिलते हैं, जिनसे ज्ञात होता है, कि वहाँ कभी न कभी अत्यन्त शीतल जलवायु व्याप्त था। इसी प्रकार अष्टार्कटिका में कोयला पाया जाना वहाँ पर किसी समय अपेक्षाकृत उष्ण जलवायु के होने का द्योतक है। जलवायु के इन महान विभेदनों का स्पष्टीकरण करना, विज्ञान-जगत् के समक्ष एक समस्या थी।

इस विषय में दो ही सम्भावनाएँ हो सकती हैं।—

‘या तो (१) स्थलखण्ड स्थिर रहे और जलवायु के कटिबन्धों में विवर्तन होता रहा।

अथवा (२) जलवायु के कटिबन्ध स्थिर रहे और स्थलखण्डों की स्थिति में अन्तर होते रहे।

वैंजेनर का सिद्धान्त उपर्युक्त दूसरी सम्भावना पर आधारित है।

संक्षेप में, महाद्वीपीय-प्रवाह के सिद्धान्त का विकास पूर्वकालीन जलवायु के महान विभेदनों का स्पष्टीकरण करने के लिये हुआ।

सिद्धान्त की रूपरेखा

इस सिद्धान्त के अनुसार पुराकल्प (Palaeozoic Era) में —

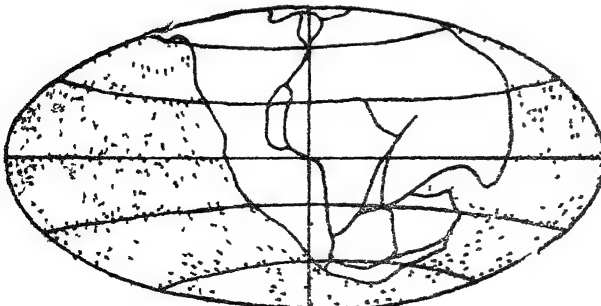
१—दक्षिणी अमरीका, अफ्रीका, प्रायद्वीपीय भारत (Peninsular India) आस्ट्रेलिया और अण्टार्क्टिका एक दूसरे से जुड़े हुए थे और एक महान स्थलखण्ड का निर्माण करते थे, जिसे 'गोण्डवानालैण्ड' (Gondwanaland) कहते हैं।

२—दूसरी ओर उ० अमरीका, यूरेशिया और एशिया एक दूसरे से जुड़े हुए थे और एक दूसरे स्थलखण्ड का निर्माण करते थे, जिसे 'लॉरेशिया' (Laurasia) कहते हैं।



चित्र ११—लॉरेशिया, टैथिस सागर और गोण्डवानालैण्ड

लॉरेशिया उत्तर में था और गोण्डवानालैण्ड दक्षिण में और इनके मध्य में



चित्र १२—पैंगेइया

एकसकरा सा सागर था, जिसे भूगर्भ-वेत्ताओं ने टैथिस-सागर (Tethys sea) की सजा दी है। लॉरेशिया और गोण्डवानालैण्ड को मिलाकर पंगेइया (Pangaea) कहा गया है।

इस युग में वर्तमान महाद्वीपों के अनेक भाग जलमग्न थे और दक्षिणी ध्रुव दक्षिणी अफ्रीका के तट पर स्थित था।

वैजेनर के अनुसार, कालान्तर में, पंगेइया के विभिन्न भाग विदीर्ण होकर प्रवाहित होने लगे। महाद्वीपीय प्रवाह की विभिन्न क्रमिक अवस्थाएँ चित्र १३



चित्र १३—पंगेइया की उत्तरोत्तर अवस्थाएँ

में प्रदर्शित की गई है। एक प्रवाह पश्चिम की ओर हुआ, जिसके अन्तर्गत उत्तरी और दक्षिणी अमेरिका के महाद्वीप थे। दूसरा प्रवाह भूमध्य-रेखा की ओर हुआ, जिससे अफ्रीका आदि प्रभावित हुए। 'महाद्वीपों का वर्तमान विन्यास इस प्रकार अस्तित्व में आया।'

वैनेज़ेर के अनुसार पंगेडया के दक्षिणी भाग में विदारण की मुख्य क्रिया मध्य-कल्प (Mesozoic Era) में हुई और उत्तरी भाग में तृतीयक कल्प (Tertiary Era) में।

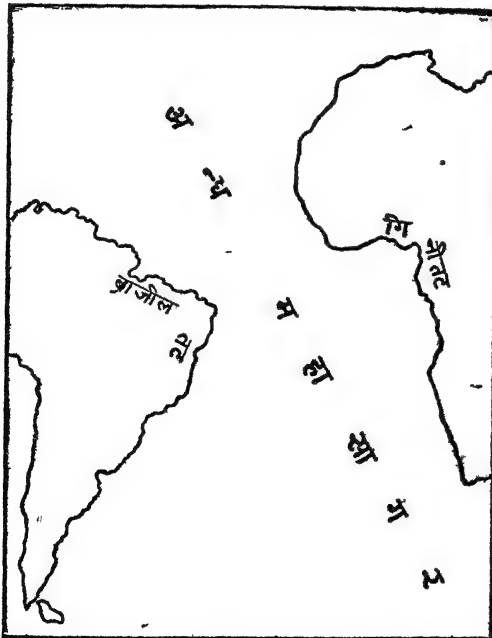
यह सिद्धान्त पर्वतों की उत्पत्ति पर भी प्रकाश डालता है। उदाहरण के लिये आल्प्स श्रेणी का निर्माण अफ्रीका और योरोप के निकट आने के फलस्वरूप हुई भजन (Folding) की क्रिया है।

वादविवाद (Discussion)

(क) अनुकूल प्रमाण

इस सिद्धान्त के पक्ष में अनेक प्रमाण हैं, जिनमें कुछ निम्नलिखित हैं—

(१) भूगोल के प्रमाण—इनमें सबसे अधिक महत्वपूर्ण अटलांटिक महासागर के पूर्वी और पश्चिमी तटों की समान आकृति है। चित्र १४ से यह स्पष्ट



ब्राजील-तट तथा गिनी तट की आकृति का साम्य

है कि यदि ब्राजील का पूर्वी तट अफ्रीका के गिनी-तट के निकट लाया जावे तो वे दोनों एक दूसरे में अच्छी तरह सट जाते हैं।

(२) भूगर्भ-शास्त्र के प्रमाण—भूगर्भ-वेत्ताओं ने अटलाण्टिक महासागर के दोनों तटों पर विद्यमान शिलाओं और पर्वत-श्रेणियों का अध्ययन किया है और वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि उनके गुणों में बड़ा साम्य है। वे न केवल भौमिकीय इतिहास (Geological History) की दृष्टि से वरन् संरचना (Structure) की दृष्टि से भी समान हैं। यह समानता भौमिकीय प्रक्रम (Geological Succession) अभिनति-कोण (Dip), भजन-रेखाओं (Fold lines) की दिशा आदि अनेक प्रमाणों पर आधारित है।

(३) ज्यामिति (Geodesy) के प्रमाण—अभिनवकाल में यह ज्ञात हुआ है कि ग्रीनलैण्ड अब भी अत्यन्त मन्द वेग से कैनडा की ओर प्रवाहित हो रहा है। यदि ग्रीनलैण्ड जैसा विशाल द्वीप खिसक सकता है, तो अन्य महाद्वीपों के प्रवाहित होने में आश्चर्य की कौन सी बात है ?

(४) पुरासात्विकी (Palaeontology) के प्रमाण—पुरासात्विकी में हम जीवों और पादपों के अवशेषों (Fossils) का अध्ययन करते हैं। इस विज्ञान के विशेषज्ञों ने भी अटलाण्टिक के दोनों तटों की परीक्षा की है और वहाँ पर पाये जाने वाले अवशेषों की तुलना की है। उनमें उन्हें पर्याप्त साम्य मिला है।



चित्र १५—महाद्वीपीय प्रवाह द्वारा ग्रीनलैण्ड के उत्तर-कार्बोनिफेरस हिमयुग का स्पष्टीकरण।

(५) प्राणिकी शास्त्र (Biology) के प्रमाण—योरॉप में कुछ ऐसे जीव

पाये जाते हैं, जो ऋतु विशेष में पश्चिम की ओर जाकर अटलांटिक महासागर में डूब जाते हैं। उनके इस आचरण से प्राणिकीविदों ने यह निष्कर्ष निकाला है कि उनकी यह आदत उस समय से चली आ रही है, जब अमेरिका योरोप से जुड़ा हुआ था। उस समय ये जीव ऋतु-विशेष में अमेरिका चले जाते थे जिस प्रकार अनेक भारतीय पक्षी ऋतु विशेष में हिमालय की ओर चले जाते हैं।

(६) पुराजलवायुकी (Palaeo-Climatology) के प्रमाण—महाद्वीपीय-प्रवाह के सिद्धान्त द्वारा पूर्वकालीन जलवायु के महान विभेदन समझ में आ जाते हैं। वास्तव में इस सिद्धान्त का प्रणयन इसी उद्देश्य की पूर्ति के लिये हुआ था, जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है। चित्र १५ से परमो-कार्बो-निफेरस हिमयुग स्पष्ट हो जाते हैं। इस चित्र का छायादार भाग हिमानी द्वारा प्रभावित प्रदेश का द्योतक है।

(ख) प्रतिकूल प्रमाण

इस सिद्धान्त के विपक्ष में भी अनेक प्रमाण प्रस्तुत किये गये हैं। उनमें कुछ ये हैं—

(१) ज्योतिष (Astronomy) के प्रमाण—वैजेनर का कथन है कि अमेरिका का पश्चिम की ओर प्रवाह वेला-बल (Tidal Force) के कारण हुआ। ज्योतिषवेत्ताओं ने गणित द्वारा यह निश्चित किया है कि अमेरिका को पश्चिम की ओर प्रवाहित करने के लिये जिस बल की आवश्यकता होगी वह वर्तमान वेला-बल का दस अरब गुना होगा। प्रथम तो यह संभव ही नहीं, फिर यदि इसे संभव भी मान लिया जावे, तो उससे पृथ्वी का परिभ्रमण (Rotation) रुक जायगा।

(२) भौतिकशास्त्र (Physics) के प्रमाण—भौतिकशास्त्रियों का कथन है कि आलस्य (Viscosity) के कारण महाद्वीपों का प्रवाह संभव ही नहीं है।

(३) पुरासात्विकी (Palaeontology) के प्रमाण—कुछ समान और समकालीन अवशेष, जैसे जिह्वापर्ण (Glossopteris) ऐसे स्थानों में पाये जाते हैं, जो इस सिद्धान्त के अनुसार कभी भी निकट नहीं रहे हैं।

(४) भूगोल के प्रमाण—अटलांटिक महासागर के बीच में एक समुद्रान्तर कूट (Submarine Ridge) विद्यमान है। यदि इस सिद्धान्त के अनुसार अमेरिका का पूर्वोत्तर, योरोप और अफ्रीका के पश्चिमी तट से चिपका हुआ था, तो यह कूट कहाँ था ?

(५) जलवायुकी (Climatology) के प्रमाण—यद्यपि इस सिद्धान्त से जलवायु के अनेक पूर्वकालीन विभेदन न स्पष्ट जाते हैं, तथापि समस्त नहीं।

(६) भूगर्भ-शास्त्र के प्रमाण—भूगर्भ-वेत्ताओं ने जब अटलांटिक के

उभयतटों का गंभीर अध्ययन किया, तो वे भी इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि ये दोनों तट किन्हीं अशो में समाकृत भले ही हों, सर्वांग समान नहीं हैं।

(७) अन्य आपत्तियाँ—इनमें कुछ ये हैं —

(क) वैजैनर के अनुसार प्रवाह विषुवत रेखा की ओर हुआ है। यदि यह सत्य होता तो महाद्वीपीय खण्डों को विषुवत रेखा के निकट एकत्र हो जाना चाहिये था।

(ख) इस सिद्धान्त में दो विरोधी बातों का उल्लेख है। एक ओर तो यह कहा जाता है कि सिमा (Sima) के ऊपर सियाल (Sial) प्रवाहित हुआ और दूसरी ओर यह भी कहा जाता है कि सिमा में सियाल के अग्रभागों (Frontal Edges) के भजन (Folding) करने की सामर्थ्य है, जिससे पर्वतों की उत्पत्ति होती है।

(ग) कुछ आलोचक यह प्रश्न करते हैं कि पैगोइया का विदारण पुराकल्प (Palaeozoic Era) ही में क्यों हुआ? उसके पूर्व अथवा पश्चात् क्यों नहीं?

(घ) इस सिद्धान्त के अनुसार योरप और अमेरिका एक दूसरे से पृथक हुए हैं किन्तु इस पार्थक्य के फलस्वरूप हुई भजन की क्रिया के प्रमाण क्या हैं और कहाँ हैं?

(ङ) वर्तमान भजित (Folded) पर्वतश्रेणियों को यदि अपने मूलरूप में प्रस्तारित (Unfold) कर दिया जाय, तो महाद्वीपीय का जो स्वरूप बनेगा वह इस सिद्धान्त के अनुकूल न होगा।

(च) यदि पैगोइया का विदारण वैजैनर के कथन के अनुसार हुआ है, तो जो समता अटलाण्टिक महासागर के दोनों तटों पर पाई जाती है, वह न होनी चाहिये थी, क्योंकि बाद में हुई विभगन (Faulting) आदि की क्रियाएँ उसे नष्ट कर देती। अतएव यह सिद्धान्त स्वयं अपना खण्डन करता है। . आदि।

वैजैनर के सिद्धान्त की कटु आलोचना होने का एक कारण यह भी है कि उसने पर्वतों की उत्पत्ति विषयक ‘तापीय सकोचन के सिद्धान्त’ (The Theory of Thermal Contraction) की पूर्ण उपेक्षा की है। जिस समय महाद्वीपीय-प्रवाह का प्रणयन हुआ, उस समय तापीय सकोचन के सिद्धान्त की बड़ी प्रतिष्ठा थी।

निष्कर्ष

संक्षेप में, यद्यपि वैजैनर के सिद्धान्त को कोई भी सवशित अथवा मूलरूप में मानने को तैयार नहीं है, तथापि जब तक इससे अधिक सफल और यथार्थ सिद्धान्त का अनुसन्धान नहीं होता—कम से कम—तब तक—भूगोल और भौतिकी जगत में इसका मान रहेगा।

प्रश्नावली

1 Discuss the nature of evidence assembled by Wegener in favour of his theory of Continental Drift and draw a sketch map showing Wegener's Pangaea

(Banaras M.Sc. Geol. 1951).

2 Write a critical account of the intercontinental drift theory of Wegener.

(Agra M.A. Geog. 1947)

(Ban. M.A. and M.Sc. Geog. 1948.)

3. Discuss Wegener's theory of Continental Drift and explain with its help the major variations of climate in the past geological ages

(Ban. M.A. and M.Sc. Geog. 1950)

4. Do you believe in the hypothesis of land-bridges or in that of drifting of continents for reconstructing the palaeogeography of Gondwana times? Give full reasons in support of your belief.

(Banaras M.Sc. Geol. 1950).

5. Write an essay on the theory of continental drift detailing its merits and demerits.

(Ban. M.Sc. Geol. 1945).

6. Are the continents a permanent feature of the earth's surface? Discuss the evidence bearing on the geological history of the Gondwanaland.

(Ban. M.Sc. Geol. 1946).

7. Write a short essay on Continental Drift.

(Lucknow M.Sc. Geol. 1948).

8. Analyse some of the more important modern views on the permanency or otherwise of continents and oceans.

(Allahabad M.A. Geog. 1947).

9. Discuss the 'Drift Theory' of Wegener and show why it is not universally accepted.

(Allahabad 1952).

10. 'The new orientation of our outlook on world tectonics is due to Wegener.' Discuss

(Allahabad M.A. Geog. 1948).

11. What are the main evidences in support of the theory of Continental Drift.

(Banaras M.Sc. Geol. 1953).

चतुर्थ परिच्छेद भूसन्तोल (ISOSTASY)

भूमिका

डटन (Dutton) नामक एक अमरीकी भूगर्भ-वेत्ता ने सन् १८८९ ई० में सबसे पहले ISOSTASY (भूसन्तोल) शब्द का प्रयोग किया। Isostasy का शाब्दिक अर्थ है—सन्तुलन की ओर प्रवृत्ति। भूसन्तोल पृथ्वी की पर्पटी के विभिन्न प्राकृतिक विभागों के सन्तुलन का द्योतक है। डटन ने ही सर्वप्रथम क्षति-पूर्ति की अवधारणा (Concept of Compensation) का प्रतिपादन किया। इसकी विस्तृत विवेचना आगे की गई है। इसके अनुसार भू-पृष्ठ के उठे हुए भागों (जैसे पर्वतों) के नीचे कम घनत्व के पदार्थ हैं और निचले क्षेत्रों (जैसे सागर निल) के नीचे अधिक घनत्व के पदार्थ हैं। ज्यामिति-वेत्ताओं (Geodesists) ने इस सिद्धान्त को और आगे विकसित किया है।

अक्ष-रेखा मापन (Latitude Measurements)

अक्षरेखा का ज्योतिषीय निर्धारण स्वतन्त्ररूप से लटकते हुए साहुल (Plumb Bob) की दिशा के अनुसार होता है। यदि पृथ्वी बिल्कुल गोल होती और उस पर सर्वत्र समान गहराई के सागर का आवरण होता तो साहुल प्रत्येक स्थान पर सागर-पृष्ठ के प्रति अभिलम्ब (Normal) रहता, किन्तु यह वास्तविकता नहीं है। न तो पृथ्वी बिल्कुल गोल ही है और न ही उस पर सर्वत्र समान ऊँचाई का जल का स्तर है। इसके अतिरिक्त द्वीप, पर्वत और पठार जैसे उठे हुए भाग अपने आकर्षण द्वारा साहुल को प्रभावित करते हैं, जिससे वह अभिलम्ब द्रष्टा में नहीं रहने पाता इस प्रकार के विक्षेप त्रिकोणीकरण (Deflection) का अनुभव सर्वप्रथम सन् १८५१ ई० में सिन्ध-नगा के मैदान में ज्यामितीय-आप-रीक्षण (Geodetic Survey) करते समय किया गया। यह ज्ञात हुआ कि दो स्थानों के अक्षांशों का अन्तर ज्योतिष की रीति से तथा त्रिकोणीकरण (Triangulation) की रीति से एक सा नहीं आता। इनमें से एक स्थान हिमालय पर्वत से सौ मील से भी कम दूरी पर था। इससे यह अनुमान किया गया कि हिमालय पर्वत ने मोसमुण्ड को अपनी ओर आकर्षित किया होगा, जिससे यह अन्तर हो गया है। प्रैट (Pratt) ने इस आकर्षण का मूल्य निर्धारित किया,

और तदनुसार समस्त गणना (Calculations) में परिवर्तन किये गये। उसने पर्वत-पिण्डों का घनत्व २.७ माना, जो भूपर्पटी की शिलाओं का औसत घनत्व है। इतना सब करने पर भी विक्षेप के गणित (Calculated) और ईक्षित (Observed) मूल्य समान न हुए। जितना विक्षेप वास्तव में हुआ, गणित के अनुसार, उमसे कहीं अधिक होना चाहिये था। अतएव इस अन्तर के समाधान के लिये दो वैकल्पिक (alternative) उपकल्पनाये उपस्थित की गई —

(१) पर्वत बहुत ही हल्के पदार्थों से बने हैं और उनका घनत्व इतना अधिक नहीं है, जितना कि अनुमान किया गया है।

(२) भूपृष्ठ के उठे हुए भागों अथवा वर्धनों (Bulges) के नीचे कम घनत्व के पदार्थ हैं और निचले प्रदेशों के नीचे अधिक घनत्व के।

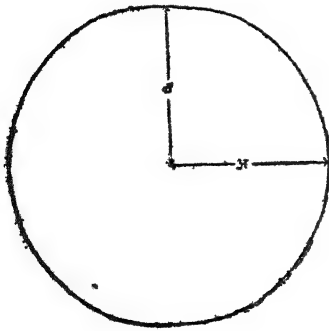
प्रथम उपकल्पना के समर्थकों ने तो यहाँ तक कह डाला कि पर्वत केवल बुलबुले हैं और वे पूर्णतः अथवा आंशिक रूप से खोखले हैं। भूगर्भ शास्त्र के प्रमाण इसके विरुद्ध हैं। अतएव द्वितीय दृष्टिकोण को मान्यता मिली। इस प्रकार यह निष्कर्ष निकाला गया कि—

‘भूपृष्ठ के ऊपर उठे हुए भागों के आकर्षण के आधिक्य की क्षतिपूर्ति नीचे घनत्व की न्यूनता से हो जाती है।’

स्वाकृष्टि मापन (Gravity Measurements)

स्वाकृष्टि के गणित और ईक्षित मूल्यों (Calculated and observed values) के अध्ययन से भी हम उपर्युक्त निष्कर्ष पर पहुँचते हैं।

स्वाकृष्टि के मूल्य को निम्नलिखित प्रतिकारक प्रभावित करते हैं—



- (१) अक्षांश (२) देशान्तर (३) ऊँचाई
- (४) भौम्याकृति (Topography)

(इस चित्र से यह स्पष्ट होगी, कि पृथ्वी बिल्कुल गोल नहीं है, वरन् ध्रुवों पर चपटी है। यही कारण है कि पृथ्वी के मध्य-विन्दु से ध्रुवों की दूरी (ब) विषुव रेखा की दूरी (अ) से कम है।)

चित्र १६—उपगोल पृथ्वी

(१) अक्षांश—भ्वाकृष्टि सम्बन्धी समस्त गणनाओं में पृथ्वी के समस्त पुञ्ज को उसके मध्य-विन्दु पर सकेन्द्रित मानने हैं। पृथ्वी ध्रुवों पर चपटी है। अन्य शब्दों में विषुवत-रेखा की अपेक्षा ध्रुव पृथ्वी के मध्य-विन्दु से अधिक निकट हैं। अतएव विषुवत-रेखा की अपेक्षा ध्रुवों पर भ्वाकृष्टि का मूल्य अधिक है। चित्र १६ से यह कथन स्पष्ट होगा।

(२) देशान्तर—किसी भी देशान्तर पर—विशेष कर विषुवत-रेखा पर—पृथ्वी की रचना समान नहीं है—कही वह ऊँची है, तो कही नीची। अतएव पृथ्वी के मध्य-विन्दु से उसकी दूरी असमान है और तदनुसार भ्वाकृष्टि का मूल्य भी भिन्न है।

(३) ऊँचाई—भ्वाकृष्टि के मूल्य को प्रभावित करने वाला तीसरा प्रतिकारक ऊँचाई है, क्योंकि विभिन्न ऊँचाइयों पर स्थित स्थान पृथ्वी के मध्य-विन्दु से विभिन्न दूरियों पर होंगे और तदनुसार भ्वाकृष्टि के मूल्य में भी अन्तर होंगे।

(४) भूम्याकृति—स्थल और जल के विभिन्न रूप भी साहूल को प्रभावित करते हैं। उदाहरण के लिये, पर्वत आकर्षण करते हैं।

भ्वाकृष्टि के गणित मूल्य कोई इक्षित मूल्य पर लाने के लिये उपर्युक्त सभी प्रतिकारकों पर विचार किया गया और तदनुसार सशोधन भी किये गये, किन्तु फिर भी उनमें अन्तर बना ही रहा। अतएव यह निष्कर्ष निकाला गया कि—

‘भूपृष्ठ के ऊपर उठे हुए भागों की क्षतिपूर्ति नीचे घनत्व की न्यूनता से हो जाती है।’

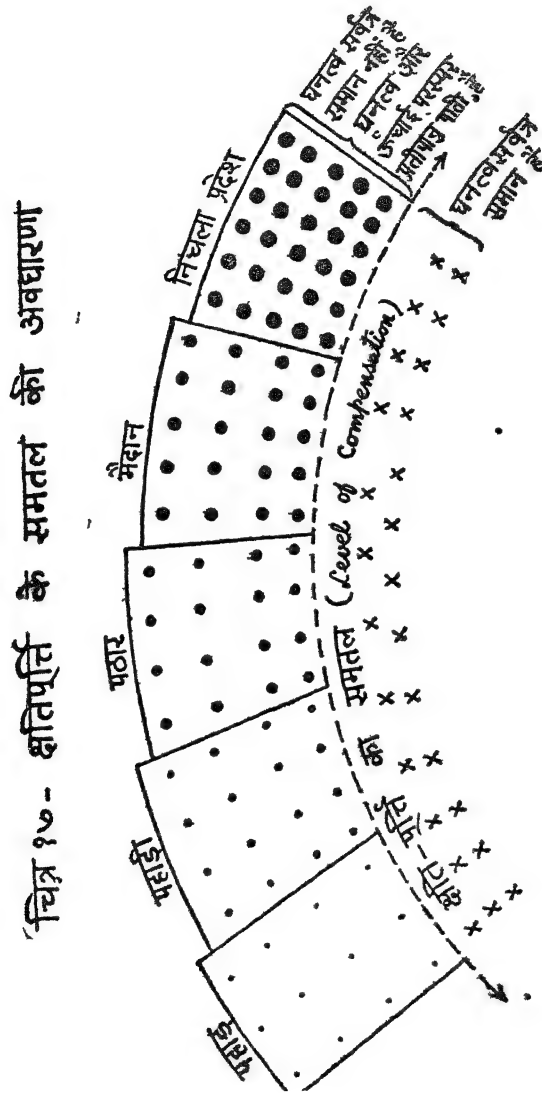
क्षतिपूर्ति की अवधारणा

(The Concept of Compensation)

भ्वाकृष्टि के गणित मूल्य को ईक्षित मूल्य के समान लाना ही भूसन्तोल की प्रधान व्यवहारिक समस्या है। इस समस्या के सन्तोषजनक हल के लिये यह आवश्यक है कि हमें यह ठीक प्रकार से ज्ञात हो जावे कि भूपृष्ठ के नीचे घनत्व कहाँ पर और किस प्रकार घटता-बढ़ता है।

हेफोर्ड (Hayford) ने यह विचार रखा कि पृथ्वी में एक ऐसा समतल है, जिसके उपर शलाओं के घनत्व में भिन्नता है, किन्तु उसके नीचे घनत्व सर्वत्र समान है। इसे उसने क्षतिपूर्ति के समतल का नाम दिया। चित्र १७ में

क्षतिपूर्ति का समतल प्रदर्शित किया गया है। क्षतिपूर्ति के समतल पर स्थित



चित्र १७ - क्षतिपूर्ति के समतल की अवधारणा

चित्र १७

समान क्षेत्रफल के आधार वाले निकटवर्ती स्तम्भों में घनत्व और ऊँचाई प्रतीपातुपाती (Inversely proportional) है अर्थात्

घनत्व $\propto \frac{1}{\text{ऊँचाई}}$

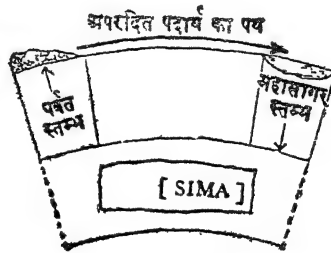
उपर्युक्त सूत्र की सहायता से हम क्षतिपूर्ति के समतल को निर्धारित कर सकते हैं। हेफोर्ड ने यह ज्ञात किया कि यदि हल क्षतिपूर्ति के समतल को धरातल से लगभग २०० किलोमीटर की गहराई पर मान ले, तो भ्वाकृष्टि सम्बन्धी अन्तर ९० प्रतिशत कम हो जाता है।

इन सभी संशोधनों के उपरान्त भी भ्वाकृष्टि का गणित मूल्य ईक्षित मूल्य के बिल्कुल समान नहीं होता। इसका कारण स्थानीय शिलाओं की संरचना का विभेदन है।

भूसन्तोल के सम्बन्ध में भौगोलिक एवं भौमिकीय दृष्टिकोण

स्तम्भों की कल्पना वास्तव में गणित में की जाती है। प्रकृति में इस प्रकार के स्तम्भ विद्यमान नहीं हैं, अतएव वे पृथ्वी की यथार्थ संरचना के द्योतक नहीं हैं।

अब हम स्तम्भ-अवधारणा की दृष्टि से यह विचार करेंगे कि यदि स्तम्भों के सन्तुलन में कुछ व्यतिक्रम हो जाता है, तो उसका क्या प्रभाव पड़ता है। यदि अपक्षरण (Erosion) के कारण कोई पर्वत-स्तम्भ घिस जाता है, तो उसका भार



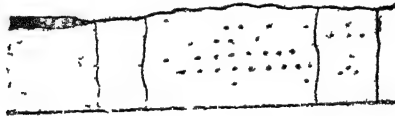
चित्र १८—भूसन्तोल का व्यतिक्रम

घट जाता है। दूसरी ओर पर्वत स्तम्भ का अपक्षरित पदार्थ महासागर स्तम्भ में एकत्र होता है, जिससे उसका भार बढ़ जाता है। फलस्वरूप पर्वत स्तम्भ ऊपर उठ जाता है और महासागर स्तम्भ नीचे धँस जाता है। यह तथ्य चित्र १८ से स्पष्ट होगा। पर्वत स्तम्भ के ऊपर उठने से भूपर्पटी में जो स्थान रिक्त होता है, उसकी पूर्ति के लिये सिमा (Sima) दूसरी दिशाओं से उस ओर प्रवाहित होता है। भूगर्भ शास्त्र इसकी पुष्टि करता है। किन्तु यह तो स्पष्ट ही है कि ज्यामिति-विज्ञान की यह अवधारणा कि पृथ्वी की पर्पटी ऐसे स्तम्भों से बनी है, जिनमें स्वतन्त्र रूप से ऊपर उठने और नीचे धँसने की गतियाँ होती रहती हैं,

व्यापक नहीं है। ईक्षित तथ्य इसके प्रतिकूल है। इसके अतिरिक्त यह अवधारणा एक ओर तो क्षैतिज-गतियों की पूर्ण उपेक्षा करती है और दूसरी ओर उदग्र-गतियों (Vertical movements) का अतिरिजन। इससे प्रकट है, कि ज्यामिति-वेत्ता पृथ्वी की संरचना से भली भाँति अनभिज्ञ है।

पृथ्वी में भिन्न घनत्व के पदार्थ स्तम्भ के रूप में नहीं बरन् स्तरों (Layers) अथवा कर्परो (Shells) के रूप में विद्यमान हैं और हमें इसका विचार करना आवश्यक है।

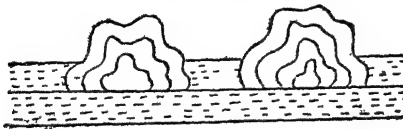
सन् १८५९ ई० में एरी (Airy) ने यह विचार प्रस्तुत किया कि पर्वतों के मूल सिमा में धँसे हुए हैं (चित्र १९ ग) इस प्रकार कम घनत्ववाले पर्वतमूल अधिक घनत्व के सिमा में प्रविष्ट होकर उसके आकर्षण को घटा देते हैं। अन्य शब्दों में, इस उपकल्पना के अनुसार पर्वत सिमा पर तैरते हैं।



(क) हेफोर्ड तथा बौवी की धारणा



(ख) जौली की धारणा



(ग) एरी की धारणा

चित्र १९—भूसन्तोल के सम्बन्ध में विद्वानों की धारणायें

सन् १९३५ ई० में जौली (Joly) ने यह प्रदर्शित किया कि उपर्युक्त दोनों कल्पनाओं में विशेष अन्तर नहीं है। उसने बतलाया कि जहाँ हेफोर्ड और बौवी (Bowling) ने पृथ्वी की संरचना को गणित के दृष्टिकोण के अनुसार माना है वहाँ उन्होंने समान क्षेत्रफल के नीचे समान मात्रा वाले प्लावन के मौलिक सिद्धान्त की भी अवहेलना नहीं की है। जौली ऐसी पपटी को जिसमें क्षतिपूर्ति के समतल के ऊपर घनत्व और ऊँचाई प्रतीपानुपाती हो अकारण अन्वयहारिक और असम्भव मानता है। वह इसे गणितज्ञों की कपोल-कल्पना समझता है।

उसका कथन है कि यदि यह सम्भव भी हो तो भौमकीय प्रक्रियाये इस अवस्था को अधिक काल तक न रहने देंगी। जौली ने हेफोर्ड द्वारा प्रसाधित एक अन्य उप-कल्पना की ओर ध्यान आकर्षित किया है (चित्र १९ ख) जिसके अनुसार—

(१) सबसे ऊपर समान घनत्व का एक स्तर है, जो हल्की महाद्वीपीय पर्पटी से बना है।

(२) उसके नीचे लगभग १० मील मोटा ऐसा स्तर है जिसमें घनत्व एकसा नहीं है क्योंकि इसमें ऊपर के कम घनत्ववाले पदार्थ के कुछ भाग धँसे हुए हैं। वास्तव में, यह महाद्वीपीय कर्पर के असम आधार (Irregular base of continental shell) का सरल प्रदर्शनमात्र है, जिसमें क्षतिपूर्ति का कोई समतल निहित नहीं है। दूसरी ओर इसमें एक ऐसा स्तर है, जिसमें पारस्परिक घनत्व-पूरक पदार्थ वितरित है।

भारतवर्ष में भूसन्तोल सम्बन्धी दशायें

ज्यामिति (Geodesy) की दृष्टि से भारतवर्ष में अनेक विशेषताये पाई जाती हैं। ससार के अन्य किसी भाग में भ्वाकृष्टि के मूल्य में इतने असाधारण विभेदन नहीं पाये जाते, जितने उत्तरी भारत में। कर्नल बुरार्डि के अनुसार द्रव का समतल क्षैतिज दशा से इतना अधिक कहीं भी विचलित नहीं होता जितना भारतवर्ष में। भारत में ही सर्वप्रथम यह ज्ञात हुआ कि—

(१) हिमालय के ऊपर उठे हुए वर्धन के नीचे कम घनत्व के पदार्थ हैं।

(२) सिन्ध-गंगा के मैदान के नीचे अधिक घनत्व के पदार्थ की एक शृंखला विद्यमान है।

(३) पूर्वी और पश्चिमी घाटों में दोलक (Pendulum) का विक्षेप सागर की ओर होता है, दक्षिणी पठार की ओर नहीं।

उपर्युक्त अनुसन्धानों ने विकसित होकर ‘भूसन्तोल’ के सिद्धान्त का रूप ग्रहण कर लिया, जिसका उल्लेख ऊपर हो चुका है। हिमालय प्रदेश की अपेक्षा दक्षिणी पठार में भूसन्तोल की दशायें कहीं अधिक सम्पन्न हैं। यही कारण है, कि दक्षिणी भारत में भूकम्प कभी नहीं आते, जब कि उत्तरी भारत में वे बारबार आते हैं।

अब हम भूसन्तोल की दृष्टि से भारतवर्ष के प्रमुख प्राकृतिक विभागों का अध्ययन करेंगे—

१. हिमालय प्रदेश

हिमालय प्रदेश के विभिन्न स्थानों में सीसमुण्ड (Plumb Bob) और दोलक (Pendulum) के विक्षेपो (Deflections) के ईक्षित (Obs-

erved) और गणित (Calculated) मूल्यों में बड़े ही असाधारण अन्तर पाये जाते हैं । यह तथ्य निम्नांकित तालिका से स्पष्ट होगा—

स्थान (Places)	उत्तरी विक्षेप (Deflection towards North)	
	गणित मूल्य (Calculated Value)	ईक्षित मूल्य (Observed Value)
देहरादून	८६ सैकण्ड	३१ सैकण्ड
मरी	४५ सैकण्ड	१२ सैकण्ड
कलियाना	५८ सैकण्ड	१ सैकण्ड

उपर्युक्त अंकों से स्पष्ट है कि हिमालय पर्वत से काफी क्षतिपूर्ति हो जाती है । बाह्य-हिमालय में अल्प-क्षतिपूर्ति (Under-Compensation) होती है और मध्य-हिमालय में अति-क्षतिपूर्ति (Over-Compensation) होती है ।

२—सिन्धु-गंगा का मैदान

सिन्धु-गंगा के मैदान में विक्षेप निश्चित रूप से दक्षिण की ओर होता है, हिमालय की ओर नहीं । २३° उ० अक्षांश तक दक्षिणी विक्षेप बढ़ता जाता है, इसके दक्षिण में विक्षेप उत्तर की ओर होने लगता है । इस आश्चर्यजनक तथ्य का स्पष्टीकरण कर्नेल बुर्रिड ने किया है । इनके अनुसार सिन्धु-गंगा के मैदान के नीचे अधिक घने पदार्थों से बनी एक श्रृंखला विद्यमान है, जो उड़ीसा से उत्तर-पश्चिम की दिशा में जबलपुर होती हुई कलकत्ता तक चली गई है । भ्वाकृष्टि सम्बन्धी आधुनिक मापन इस कल्पना की पुष्टि करते हैं ।

डा० राजनाथ का दृष्टिकोण

काशी हिन्दू-विश्वविद्यालय के भूगर्भ-विभाग (Department of Geology) के अध्यक्ष डा० राजनाथ भी उपर्युक्त कल्पना को सही मानते हैं । इसको पुष्टि के लिये इन्होंने अनेक प्रमाण भी प्रस्तुत किये हैं । इन्हें इलाहाबाद

और बनारस के जिले में बहुत से हाथी-दाँत के अवशेष मिले हैं। जिन पदार्थों में ये अवशेष पाये गये हैं, वे पोटवार के पठार की तृतीयक युग (Tertiary period) की मृत्तिका (clay) से मिलने-जुलते हैं। इलाहाबाद के निकट नैनी में मछिद्रंग (Bore-hole) किया गया। उसमें भूमि के नीचे बहुत गहरे एक भज-चाप (Anticline) में हाथी-दाँत का एक टुकड़ा मिला है।

३ दक्षिणी लावा का क्षेत्र (Deccan Trap)

इसकी रचना अपेक्षाकृत अधिक घनत्व के पदार्थों से हुई है। भारी पदार्थों से निर्मित होने के कारण इसे धन-विचालिता (Positive Anomaly) देना चाहिये किन्तु यह ऋण-विचालिता (Negative Anomaly) देता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है, कि इसके नीचे कम घनत्व के पदार्थ विद्यमान हैं।

४ बम्बई तट

बम्बई के तट पर साठुल का विक्षेप सागर की दिशा में होता है। यह अनुमान किया जाता था कि उसके पूर्व में पश्चिमी घाट के स्थित होने से, विक्षेप पूर्व-दिशा में होगा। विक्षेप के विपरीत दिशा में होने का कारण यह भी हो सकता है कि बम्बई-तट और पश्चिमी-घाट के बीच में कम घनत्व के पदार्थ विद्यमान हो, जो पश्चिमी-घाट के भारी पदार्थों की क्षतिपूर्ति कर देते हो।

निष्कर्ष

यह सत्य है कि भूसन्तोल के सिद्धान्त में अनेक दोष हैं, फिर भी यह अनेक ऐसे तथ्यों का स्पष्टीकरण करता है, जो अन्य भाँति समझ में नहीं आते।

प्रश्नावली

1. Discuss the theory of Isostasy as developed by geologists and geodesists and explain in this connection the concept of compensation (Banaras M. Sc. Geol 1951)

2 Give a concise account of the theory of Isostasy illustrating your answer with examples from India.

(Agra M.A. Geog. 1948.)

3 Write a critical essay on the doctrine of Isostasy. Can this doctrine be used as a major premise in discussions of geomorphological problems

(Banaras M.A. and M.Sc. Geog 1948)

4. Discuss the theory of Isostasy.

(Banaras M.A. and M.Sc. Geog. 1949)

5. Examine critically the doctrine of Isostasy as originally conceived by Airy and Pratt and subsequently modified by others (Ban M.A. and M.Sc. Geog. 1950.)

6 Is the earth's crust in continuous isostatic equilibrium ? Discuss the isostatic processes in relation to geological history (Banaras M.Sc. Geol 1949).

7. What do you understand by the theory of mountain compensation ? What observations led to the formulation of the theory and in what ways has it been elaborated and expanded subsequently ? (Banaras M.Sc. Geol. 1947)

8. What are the principal views on the condition of crustal equilibrium ? Which of them explains the geological phenomena best ? (Banaras M.Sc. Geol. 1944).

9. Write a short essay on Isostasy.

(Lucknow M.Sc. Geol. 1952).

10. Explain what is meant by Isostatic adjustment and how this is brought about ? (Lucknow M.Sc. Geol. 1951).

11 Write an essay on the theory of Isostasy with special reference to its contribution to the various problems of Geology. (Lucknow M.Sc. Geol 1950)

12. Discuss the theory of Isostasy and show how it helps in solving certain earth problems.

(Allahabad M.A. Geog. 1947).

13. Examine critically the salient aspects of the theory, of Isostasy and discuss how far it explains problems of physical geography.

(I. A. S. Competition Examination 1953).

14. Discuss the theory of Isostasy and evaluate the purpose it has served. (Allahabad, 1952).

15. Write notes on (a) Gravity anomaly.

(Agra M.A. Geography 1950).

(b) Isostasy.

(Agra B.A. Geography 1953).

16. Briefly discuss the theory of Isostasy and its application. (Agra B.A. Geography 1947).

17. Explain fully the principle of Isostasy and its bearing on geosynclinal deposition and subsequent elevation of mountains. (Agra B.A. Geography 1954).

पंचम परिच्छेद

“पर्वतों की उत्पत्ति”

(ORIGIN OF MOUNTAINS)

‘पर्वतों की उत्पत्ति के लिये आवश्यक बल (Forces) कहाँ से आये ?’—
यह प्रश्न बड़े महत्व का है। इस विषय में अनेक मत हैं। कुछ प्रमुख उपकल्पनाये
नीचे दी जा रही हैं।

१ तापीय संकोचन का सिद्धान्त

(The Thermal Contraction Theory)

सिद्धान्त की रूप रेखा—पृथ्वी का अन्त्यन्तर (Interior) अत्यन्त उष्ण है।
अतएव, पृथ्वी के धरातल से विकिरण (Radiation) द्वारा ताप निकलता
रहता है। ताप के घट जाने से पृथ्वी की पर्पटी सकुचित होती है अथवा सिकुडती
है। संकोचन की यह क्रिया पर्वतों की उत्पत्ति के लिये आवश्यक बल प्रदान
करती है।

समीक्षा—पृथ्वी के अन्दर बहुत से तेजोद्गार (Radio-Active) पदार्थ
वर्तमान हैं। इनका वियोजन (Disintegration) होता रहता है
अर्थात् वे एक तत्त्व से दूसरे तत्त्व में परिणत होते रहते हैं। जब यह क्रिया होती
है, तब बहुत बड़ी मात्रा में ताप विकसित होता है। यह ताप पृथ्वी के धरातल
पर विकिरण द्वारा खोये हुए ताप से कहीं अधिक है। अतएव, भूपर्पटी के सिकुडने
का प्रश्न ही नहीं उठता।

इस प्रकार उपर्युक्त सिद्धान्त जिसमें तेजोद्गार पदार्थों (Radio-active
Substances) का विचार नहीं किया गया है, अमान्य सिद्ध होता है।

जैफ्रे (Jeffreys) का स्पष्टीकरण—‘पृथ्वी किस प्रकार ठण्डी हुई ?’
इस विषय में जैफ्रे की अपनी धारणा है। गंभीर अध्ययन के उपरान्त ही इन्होंने
यह धारणा बनाई है। इस धारणा के अनुसार इन्होंने उपर्युक्त सिद्धान्त की
नवीन व्याख्या की है। इनकी इस व्याख्या ने इस अमान्य सिद्धान्त की पुनः मान्य
सिद्ध कर दिया है।

इनका कथन है कि जब पृथ्वी की पर्पटी बनी, उस समय से लेकर आज तक पृथ्वी का मध्य भाग विशेष शीतल नहीं हुआ है। जहाँ तक बाहरी भाग का सम्बन्ध है, इसमें किसी नियत समय में प्रत्येक स्तर अपने ठीक नीचे वाले स्तर की अपेक्षा अधिक ठण्डा होता है। ठण्डा होने से वह सिकुड़ती है, किन्तु नीचे का उष्ण पदार्थ उसके सिकुड़ने में बाधक होता है। इस प्रकार स्थलमण्डल में प्रत्याबल की अवस्था (State of Stress) उत्पन्न हो जाती है। ये बल उस समय तक एकत्र होते रहते हैं, जब तक ऐसी अवस्था नहीं आ जाती कि उनकी सामूहिक शक्ति शिलाओं की परिदृढता (Rigidity) से बढ़ जाय। जब ऐसी अवस्था आ जाती है, तब पर्वतों के निर्माण की क्रियाएँ आरम्भ हो जाती हैं। ये क्रियाएँ उस समय तक जारी रहती हैं, जब तक प्रत्याबल कांफ़ी घट नहीं जाता। फिर शान्ति का युग आता है, जिसमें गिरि-निर्माण की क्रिया नहीं होती, किन्तु प्रत्याबल उस समय भी इकट्ठे होते रहते हैं। जब प्रत्याबल फिर कांफ़ी हो जाते हैं और उनका मूल्य शिलाओं की परिदृढता से अधिक हो जाता है—तब पुनः पर्वत बनने लगते हैं। इस प्रकार यह चक्र घल करता है।

आपत्तियाँ—मुख्य आपत्तियाँ ये हैं —

(१) भूपर्पटी के सकोचन का केवल यही एक कारण नहीं है कि पृथ्वी के ठण्डे होने से वह सिकुड़ती है। अन्य कारण भी तो हैं और उनका विचार आवश्यक है —

(१) शिलाद्रव (Magma) में मणिभ (Crystals) बनना।

(२) पृथ्वी के अन्दर से गैसों और वाष्प का निकलना। जैफ़े ने इनका विचार नहीं किया है। अतएव जैफ़े की गणना से जितना सकोचन आता है, वह वास्तविक सकोचन से कम है।

(२) ग्रेनाइट को पृथ्वी के बाह्य स्तर की शिलाओं का प्रतिनिधि मानकर जैफ़े ने गणित से यह निकाला है कि पृथ्वी की सृष्टि से लेकर आज तक ऐसे पाँच युग हुए हैं, जिनमें पर्वत बने हैं। यह निष्कर्ष बहुत कुछ सही है, किन्तु इसमें एक दोष है। उपर्युक्त सिद्धान्त के अनुसार ज्यों-ज्यों पृथ्वी ठण्डी होती गई, त्यों-त्यों दो उत्तरोत्तर गिरि-निर्माण के युगों का अन्तर बढ़ता गया, किन्तु अन्य प्रमाणों से यह सिद्ध होता है कि यह अन्तर प्रायः बराबर रहा है।*

(३) यदि पृथ्वी के शीतल होने से पर्वत बनते हैं, तो समस्त भूपृष्ठ पर पर्वत बनना चाहिये था, किन्तु हम देखते हैं कि पर्वत केवल विशेष कटिबन्धों में ही सीमित हैं।

(४)* इसके अतिरिक्त कुछ परिमाणात्मक (Quantitative) आपत्तियाँ भी हैं उदाहरण के लिये यह असंभव प्रतीत होता है कि पिछले २० करोड़ वर्षों में पृथ्वी इतनी अधिक ठण्डी हुई होगी कि उससे आल्प्स और हिमालय पर्वत

बनसके। इन पर्वतों के निर्माण के लिये सँकोचन की जितनी मात्रा आवश्यक है—उसका अंशमात्र ही पृथ्वी के शीतल होने से उपलब्ध हो सकता है।

इनके अतिरिक्त अन्य आपत्तियाँ भी की गई हैं, जिनका उल्लेख यहाँ संभव नहीं है।

२. महाद्वीपीय प्रवाह का सिद्धान्त (The Theory of Continental Drift)

सिद्धान्त की रूप रेखा—महाद्वीपीय प्रवाह की विस्तृत विवेचना तीसरे प्रकरण में की गई है।

वैजेनर ने पर्वतों की उत्पत्ति और महाद्वीपीय प्रवाह में निश्चित सम्बन्ध स्थापित किया है। इनके अनुसार—

(१) प्रवाहित होने वाले स्थलखण्डों के अग्रभाग (Frontal Edges) रोधी (Resistant) सागर नितल के कारण भजित (Folded) हुए हैं। उदाहरण के लिये रॉकी पर्वत इसी प्रकार बने हैं।

(२) आरगैण्ड (Argand) और स्टॉब (Staub) का विचार है कि अफ्रीका के उत्तर की ओर प्रवाहित होने से टैथिस में एकत्र अवसाद (Sediments) भजित हुए हैं। इसी प्रकार साईबेरिया के कठोर खण्डों के दक्षिण दिशा में प्रवाहित होने से हिमालय बना है।

आपत्तियाँ

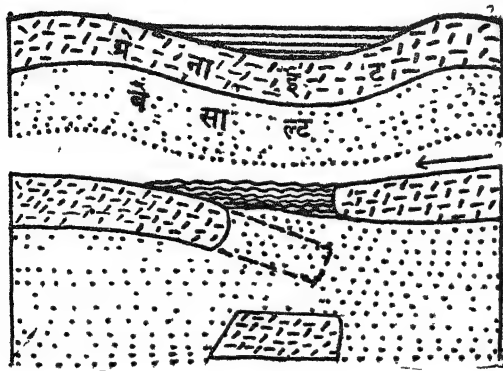
महाद्वीपीय प्रवाह के विपक्ष में दिये गये प्रमाणों में सबसे महत्वपूर्ण यह है कि अभी तक उन बलों का जिनके कारण महाद्वीप प्रवाहित हुए हैं—स्पष्टीकरण नहीं हो सका है। उदाहरण के लिये वैजेनर का कथन है कि अमेरिका का पश्चिमी दिशा में प्रवाह वेला-बल (Tidal Force) के कारण हुआ है। ज्योतिषवेत्ताओं ने गणित द्वारा यह निश्चित किया है कि अमेरिका को पश्चिम की ओर प्रवाहित करने के लिये, जिस बल की आवश्यकता होगी वह वर्तमान वेला-बल का दस अरब गुना होगा। प्रथम तो यह संभव ही नहीं, फिर यदि इसे संभव भी मान लिया जावे, तो उससे पृथ्वी का परिभ्रमण रुक जायगा। भौतिक शास्त्र के विद्वानों का कहना है कि सिमा (Sima) के आलगात्व (Viscosity) के कारण महाद्वीप प्रवाहित नहीं हो सकते।

३. डैली (Daly) की उपकल्पना

इस सिद्धान्त की संक्षिप्त रूप-रेखा यह है—

रूप रेखा—जब भूद्रोणी (Geosyncline) में एकत्र अवसाद (Sediments) का भार बहुत अधिक हो जाता है, तब वह नीचे धँसती है और उसकी

और स्थलखण्डों का अव-सर्पण (Downsliding) होता है। इससे उसका नितल फट जाता है और उसके टुकड़े नीचे बेसाल्ट में चले जाते हैं (चित्र २०)



चित्र २०—डैली के अनुसार पर्वतों का बनना

नीचे ताप की मात्रा बहुत अधिक होती है, जिससे ये टुकड़े गरम होकर फैलते हैं। इसके अतिरिक्त नितल के विदीर्ण हो जाने से भूद्रोणी के अवसाद पृथ्वी के आन्तरिक ताप से गरम होकर फैलते हैं। उनकी इस क्रिया से जलज शिलाओं के ऊपरी स्तर में ऊर्ध्व-गति (Uplift) होती है।

आपत्ति—यदि इस कल्पना को सही मान लिया जाय तो इससे उन्मज्जन अथवा ऊर्ध्व-गति तो समझ में आ जाती है, किन्तु यह स्पष्ट नहीं होता कि भूजन के लिये आवश्यक क्षैतिज-बल कहाँ से आये?

४. भूसन्तोल के पुनर्व्यवस्थापन का सिद्धान्त (Theory of Isostatic Readjustments)

भूसन्तोल की विस्तृत विवेचना चौथे प्रकरण में की गई है। इस सिद्धान्त का प्रतिपादन अमरीकी ज्यामितिवेत्ताओं (Geodesists) ने किया है। इसके अनुसार भूपर्पटी के ऊपरी स्तर को समान आधार (Base) और समान ऊँचाई के एक से स्तम्भों में बाँटा जा सकता है। साधारणतः इन स्तम्भों में सन्तुलन रहता है। चित्र १८ में प्रदर्शित एक स्तम्भ पर्वत का द्योतक है और दूसरा 'सागर' का। नदियाँ पर्वतों का अपक्षरण (Erosion) करती रहती हैं, जिससे उनका भार घटता रहता है। दूसरी ओर अपक्षरित पदार्थ महासागरों में एकत्र होता रहता है, जिससे उनका भार बढ़ता जाता है।

जब पर्वत-स्तम्भ का भार काफी घट जाता है और सागर-स्तम्भ का भार काफी बढ़ जाता है—तब सन्तुलन की दशा नहीं रह पाती। पर्वत-स्तम्भ हल्का

होने से ऊपर उठता है और सागर-स्तम्भ भारी होने से नीचे धँसता है। इस सिद्धान्त के अनुसार स्तम्भों का ऊपर उठना और नीचे धँसना गिरि-निर्माण का आवश्यक अंग है।

आपत्तियाँ—(१) पर्वतों की उत्पत्ति के लिये क्षैतिज बल (Horizontal forces) आवश्यक है—इस सिद्धान्त में उनका कोई उल्लेख नहीं है। उदग्र गतियों (Vertical movements) से क्षैतिज-बल उत्पन्न नहीं हो सकते।

(२) संभव है, भूसन्तोल से पर्वतों की उत्पत्ति पर प्रभाव पड़ता हो, किन्तु उससे पर्वत नहीं उत्पन्न होते। पर्वतों की उत्पत्ति का कारण तो कुछ और ही है। जब इन कारणों से पहाड़ बनने की क्रिया आरम्भ हो जाती है—तब भूसन्तोल का सिद्धान्त कार्य करता है।

(५) भूद्रोणी विषयक उपकल्पना

(The Geosynclinal Theory)

भूद्रोणी (Geosyncline)

भूपृष्ठ के उन लम्बे, सकरे, निचले और क्रमशः धँसनेवाले क्षेत्रों को जिनमें नदियों द्वारा लाये गये अवसाद (Sediments) के एकत्र होने से पर्वत बन जाते हैं—भूद्रोणी कहते हैं।

गिरि-निर्माण की अवस्थायें

भंजित पर्वत श्रेणियों (Folded Mountain Ranges) के जीवन के इतिहास को तीन भागों में बाँटा जा सकता है—

(१) गिरि-निर्माण का पूर्वकाल (Pre-Orogenic Period) —यह पर्वतों के जीवन का आरम्भिक काल है। इसमें पर्वतों की सृष्टि के लिये उपयुक्त स्थान तैयार होता है, जिसे भूद्रोणी कहते हैं। इसमें नदियाँ अपने अवसाद (Sediments) डालती रहती हैं। अवसाद के बृहद् भार से भूद्रोणी क्रमशः धँसती रहती है।

(२) गिरि-निर्माण काल (Orogenic Period) इस काल में क्षैतिज दिशा से आनेवाले दबाव के कारण भूद्रोणी के स्तरों में भजन (Folding) तथा विभग्न (Faulting) होता है।

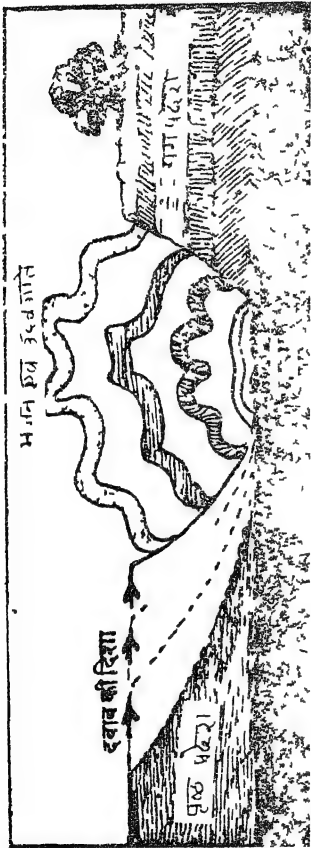
(३) गिरि-निर्माण का उत्तर-काल (Post Orogenic Period) —पर्वत श्रेणी बन जाने के बाद वायु, हिम, वर्षा आदि अभिकर्त्ता (agents) उसका अपक्षरण शुरू कर देते हैं, जिससे उसकी ऊँचाई क्रमशः घटने लगती है।

पृष्ठ-प्रदेश और अग्र-प्रदेश

(Hinterland and Foreland)

पृष्ठ प्रदेश—भंजित श्रेणियाँ बनते समय जिस दिशा से मुख्य बल आता है,

उस दिशा के प्रदेश को पृष्ठ-प्रदेश (Hinterland or backland) कहते हैं। जैसे हिमालय पर्वत बनने के लिये तिब्बत की ओर से दबाव पड़ा, अतएव इस दशा में तिब्बत पृष्ठ-प्रदेश हुआ। इसके विपरीत आल्प्स की रचना में मुख्य दबाव दक्षिण की ओर से आया, अतएव वहाँ पर उत्तरी अफ्रीका पृष्ठ-प्रदेश है।



चित्र २१—भूजित पर्वत (Folded Mountain) का निर्माण

अग्रप्रदेश (Foreland)–

भजन का मुख्य बल जिस दिशा की ओर लगता है, उसे अग्र-प्रदेश कहते हैं उदाहरण के लिये हिमालय पर्वत के बन में दक्षिणी पठार (Deccan Plateau) अग्र प्रदेश था, क्योंकि इसने तिब्बत की ओर से आनेवाले दबाव को रोका। इसी प्रकार आल्प्स की रचना में दक्षिणी योराप अग्र-प्रदेश था।

गिरि निर्माण का इतिहास

अब हम गिरि-निर्माण का थोड़ा विस्तृत अध्ययन करेंगे। यह तो पहले कहा जा चुका है, कि गिरि-निर्माण की क्रिया आरम्भ होने के लिये यह आवश्यक है कि कहीं पर एक निचला क्षेत्र हो, जिसमें निकटवर्ती ऊँचे स्थलों से अवसाद एकत्र होने हो। ऐसा क्षेत्र प्रायः सागर होता है। यद्यपि यह आवश्यक नहीं है। एकत्र हुआ

अवसाद के दबने से स्तर बनते रहते हैं इन स्तरों की मोटाई बहुत अधिक होती है। पर्वतों की रचना के लिये यह आवश्यक भी है। प्रायः स्तरों की ऊँचाई लगभग २५,००० फुट तक होती है।

एकत्र हुआ अवसाद के वृद्धि भार के कारण भूदोषी नीचे की ओर धँसती है। इसे अवसादन की अधोगति (Sedimentation subsidence) कहते हैं। इसकी एक सीमा होती है और भूदोषी की समस्त अधोगति इस प्रकार नहीं

हुई है। जब दो विरोधी दिशाओं से दबाव पड़ता है, तब भूद्रोणी के स्तर मुड़ जाते हैं और उसके दोनों छोर एक दूसरे के निकट आ जाते हैं। इन छोरों के निकट आने से भूद्रोणी की गहराई बढ़ जाती है। इसे सर्पिण्डन की अधोगति (Compression subsidence) कहते हैं। भूद्रोणी के क्रमशः सकरे और गहरे होने की क्रिया चलती रहती है और साथ ही उसमें अवसाद भी एकत्र होते रहते हैं। किसी नियत काल में भूद्रोणी की जितनी गहराई बढ़ती है, अवसाद उससे कहीं अधिक पूर्ति कर देते हैं। फल यह होता है कि भूद्रोणी क्रमशः भरती रहती है। कालान्तर में भूद्रोणी अवसादों से बिल्कुल भर जाती है।

इसके बाद गिरि-निर्माण (Orogenesis) की अवस्था आती है। जब दो विरोधी दिशाओं से दबाव पड़ता है, तब भूद्रोणी में एकत्र हुआ अवसाद भंजित हो जाता है। जब दबाव की मात्रा अधिक होती है, तो कभी-कभी विभगन (Faults) भी बन जाते हैं। विभगन के कारण प्रायः एक स्तर दूसरे स्तर के ऊपर चढ़ जाता है जिससे भूद्रोणी पर भार की मात्रा और भी बढ़ जाती है और वह नीचे धँसती है। इस प्रकार की अधोगति को भजन या विभगन की अधोगति (Folding or Faulting Subsidence) कहते हैं। जब दबाव की मात्रा घटती है, तब भूद्रोणी के स्तर ऊपर उठते हैं। यहाँ पर यह भी उल्लेखनीय है कि स्तरों के नीचे धँसने से उनकी जड़ अधिक तापमान के क्षेत्र में चली जाती है। वहाँ वे गरम होकर फैलती हैं। यह भी ऊर्ध्वगति (Uplift) का एक कारण है। इस प्रकार क्षैतिज सर्पिण्डन (Horizontal Compression) के बाद ऊर्ध्वगति होती है।

इसके बाद गिरि-निर्माण की उत्तरकालीन अवस्था (Post Orogenic Period) आती है। पर्वत-श्रेणियों के बन जाने के बाद अपक्षरण के विभिन्न अभिकर्त्ता (agents of erosion) जैसे हिम, वायु, वर्षा, पाला आदि अपना कार्य आरम्भ कर देते हैं। अपक्षरण से पर्वत घिसते रहते हैं और उनकी उँचाई क्रमशः कम होनी जाती है। इसकी महत्ता इस तथ्य से समझी जा सकती है कि पश्चिमी आल्प्स में अपक्षरण से आठ नौ मील मोटा स्तर घिसकर नष्ट हो चुका है।

✕ (६) जौली का तापीय चक्र का सिद्धान्त

(The Thermal Cycle Theory of Joly)

संक्षेप में यह सिद्धान्त इस प्रकार है —

(१) महाद्वीपों के नीचे सिमा (Sima) के स्तर में तेजोद्गम (Radio-active) पदार्थ बहुत पाये जाते हैं। इनका वियोजन (Disintegration) होता रहता है, जिससे बड़ी अधिक मात्रा में ताप विकसित होता है।

(२) सिमा (Sima) के ऊपर सियाल (Sial) का स्तर है, जिससे महाद्वीप बने हैं। सियाल (Sial) में सिमा (Sima) से भी अधिक मात्रा

में तेजोद्गम (Radio-active) पदार्थ पाये जाते हैं। इस स्तर का कुछ ताप विकिरण द्वारा अवश्य निकल जाता है किन्तु इसके तेजोद्गम पदार्थों से इतना अधिक ताप निकलता है, कि उससे विकिरण द्वारा खोये हुए ताप की पूर्ति सरलता से हो जाती है।

(३) परिणाम यह होता है कि सिमा में जो ताप एकत्र होता रहता है, वह बाहर नहीं निकलने पाता। इस प्रकार ताप के लगातार एकत्र होते रहने से सिमा (Sima) का तापमान बढ़ जाता है और उसका ऊपरी भाग पिघल जाता है।

(४) सिमा के द्रवित होने से उसका घनत्व घट जाता है, जिससे उसमें तैरनेवाले महाद्वीप कुछ नीचे धँस जाते हैं और उनके निचले प्रदेश जलमग्न हो जाते हैं।

(५) जब अनुपर्वटी (Subcrust) द्रवित अवस्था में होती है, उस समय पर्वटी जो ठोस है, तनाव की अवस्था में रहती है। किन्तु ज्यों-ज्यों अनुपर्वटी का घनीभवन (Solidification) होता जाता है, त्यों-त्यों वह सिकुड़ती जाती है। अनुपर्वटी में सिकुड़न होने से महाद्वीप के किनारे पर पर्वत बन जाते हैं और सागर नितल में भी हल्के उभार और गड्ढे हो जाते हैं।

समीक्षा—(१) आलोचक इस सिद्धान्त से सन्तुष्ट नहीं है। उनका कहना है कि इस सिद्धान्त के अनुसार जो दबाव होगा, वह इतना समर्थ न होगा कि उससे पर्वत बन सके।

(२) इस सिद्धान्त से परिप्रशान्त श्रेणियाँ (Circum-Pacific Chains) की रचना तो समझ में आ जाती है, किन्तु यह स्पष्ट नहीं होता कि अटलाण्टिक के तट पर इस प्रकार की श्रेणियाँ क्यों नहीं हैं। मध्य एशिया के पर्वतों के अस्तित्व का भी इससे स्पष्टीकरण नहीं होता।

(३) इस सिद्धान्त में एक गुण अवश्य है। इसमें क्षेतिज दबाव से होनेवाले भजन और उन्मज्जन की क्रियाओं का अन्तर स्पष्टतः व्यक्त है।

(७). होल्मस का संवाहन का धाराओं का सिद्धान्त (HOLME'S THEORY OF CONVECTIONAL CURRENTS.)

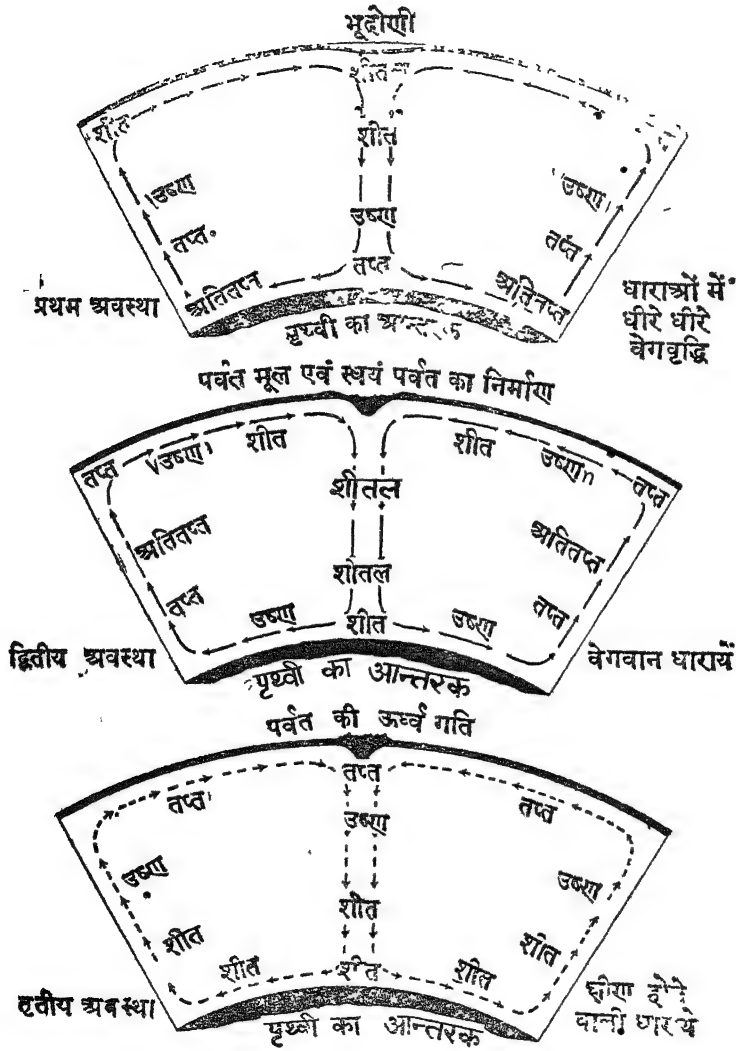
गिरि-निर्माण की क्रिया अब भी अनुमान और कल्पना का विषय है। पृथ्वी का स्थायित्व और सन्तुलन भ्वाकृष्टि (Gravity) के कारण है। इस सन्तुलन में यदि व्यतिक्रम (Disturbance) होता है, तो ताप के कारण। तापक्रम के बढ़ जाने से प्रस्तार एवं द्रवीभवन होता है। इसके विपरीत, ताप के क्षीण होने से घनीभवन तथा सकोचन होता है। अतएव, जब हम गिरि-निर्माण के विषय में विचार करते हैं, तब इसी निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि इस क्रिया का सम्बन्ध ताप सम्बन्धी परिवर्तनों से अवश्य होगा।

पृथ्वी अपनी आरंभिक अवस्था में तैरल थी। उस समय जब उसके शीतल होने की क्रिया आरंभ हुई होगी, तब उसकी अनुपर्वटी (Substratum) में सवाहन की धाराएँ (Convection Currents) अवश्य अस्तित्व में आ गई होगी। फलस्वरूप कुछ स्थानों में अपेक्षाकृत उष्ण एवं हल्का पदार्थ ऊपर उठकर भूपर्वटी के नीचे तक पहुँच गया होगा। यही नहीं, उसका कुछ भाग संचालन द्वारा बाहर भी निकल गया होगा। प्रत्येक सवाहन की धारा ऊपर पहुँच कर चारों दिशाओं में फैलती है। ऊपर ऊपर प्रवाहित होनेवाली जब दो धाराएँ परस्पर टकराती हैं, तब वे नीचे की ओर प्रवाहित होती हैं। चित्र २२ से यह कथन स्पष्ट होगा। नीचे की ओर प्रवाहित होने वाली सवाहन की धाराओं में अपेक्षाकृत ठण्डा और भारी पदार्थ होता है। मध्यवर्ती और किनारों के स्तम्भों के घनत्व में अन्तर होता है। घनत्व का यह विभेदन प्रवाह की क्रिया के लिये आवश्यक बल प्रदान करता है। इस प्रकार का प्रवाह-क्रम उस समय तक चलता रहता है, जब तक पदार्थ का द्रवणांक (Freezing Point) नहीं पहुँच जाता।

जब तक तेजोद्गर्ग पदार्थों की खोज नहीं हुई थी, तब तक यह अनुमान किया जाता था कि सवाहन द्वारा पृथ्वी के ठण्डे होने की क्रिया अधिक मसय तक न चली होगी। यदि पृथ्वी के अन्त्यन्तर को किसी प्रकार कुछ ताप सतत रूप से उपलब्ध हो सके, जो संचालन, (Conduction) विकिरण (Radiation) और आग्नेय क्रिया (Igneous Activity) द्वारा खोये गये ताप की पूर्ति कर सके—तो सवाहन की धाराओं का क्रम जारी रह सकता है। पृथ्वी के अन्त्यन्तर में विद्यमान तेजोद्गर्ग पदार्थ (Radio-active substances) इस आवश्यक ताप को सतत रूप से प्रदान करते हैं। तेजोद्गर्ग पदार्थों का उल्लेख पूर्व में हो चुका है। इन पदार्थों में यह विशेषता होती है कि उनके अणुओं (Atoms) का वियोजन (Disintegration) होता रहता है। वियोजन के फलस्वरूप एक तत्त्व दूसरे तत्त्व में परिणत हो जाता है। जब यह क्रिया सम्पन्न होती है, तब ताप की बहुत बड़ी मात्रा उद्भिकसित होती है। तेजोद्गर्ग पदार्थों के सामान्य उदाहरण यूरेनियम, रेडियम, थोरियम आदि हैं। इनकी खोज ने सवाहन प्रवाह के सिद्धान्त को आधार प्रदान किया है।

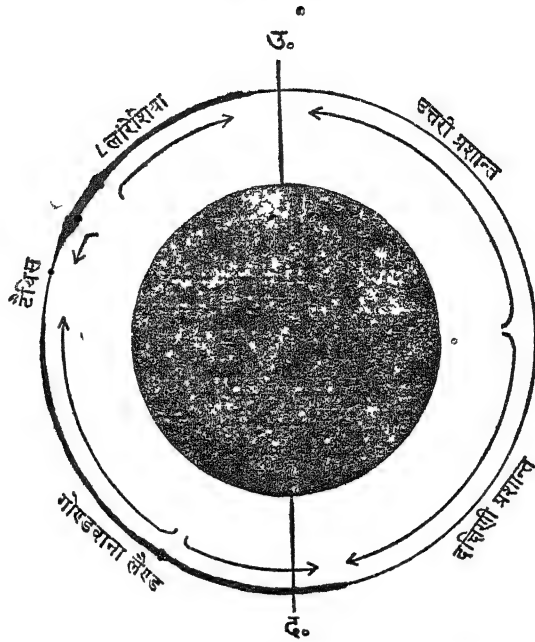
भूपर्वटी पर उसके ठीक नीचे क्षैतिज दिशा में प्रवाहित होनेवाली सवाहन की धाराओं का प्रभाव पड़ता है। जहाँ ये अपसृत (Diverge) होती हैं अथवा फैलती हैं, वहाँ भूपर्वटी में खिंचाव अथवा आनति (Tension) उत्पन्न हो जाती है। इसके विपरीत जहाँ ये धाराएँ ससृत (Converge) होती हैं अथवा मिलती हैं, वहाँ भूपर्वटी में दबाव उत्पन्न हो जाता है। अतएव पर्वतीकरण (Orogenesis) उन स्थानों में होता है जहाँ दो विपरीत दिशाओं से

धाराये मिलती हैं और फिर नीचे की ओर चली जाती हैं। इस प्रकार भूपृष्ठ



चित्र २२—पृथ्वी के अन्दर संवाहक की धाराओं की विभिन्न अवस्थाये

के विशेष भागों में ही पर्वतों का बनना स्पष्ट हो जाता है। चित्र २३ से देखिए सागर में तथा प्रशान्त के तटों पर पहाड़ों का बनना स्पष्ट हो जाता है।



चित्र २३—सवाहन की धाराओं से आल्प्स हिमालय तथा प्रशान्त के तटीय पर्वत बनना

सवाहन के प्रवाह का वेग सदैव एक सा नहीं रहता। उसमें वृद्धि और पतन हुआ करता है। जब किसी प्रवाह-व्यवस्था का पतन हो जाता है, तब नवीन प्रवाह-व्यवस्था नवीन भाग में स्थापित होती है।

निम्नांकित तालिका में सवाहन-चक्र (Convection cycle) और पर्वतीकरण-चक्र (Orogenic cycle) की विभिन्न अवस्थाओं का पारस्परिक सम्बन्ध प्रदर्शित किया गया है —

सवाहन चक्र

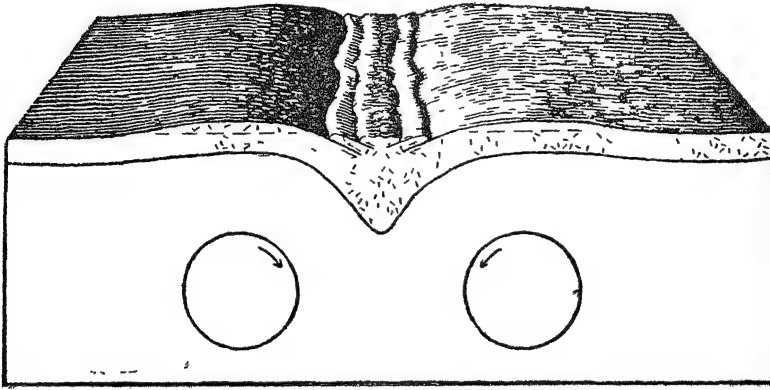
पर्वतीकरण चक्र

प्रथम अवस्था—सवाहन की धाराओं में नीचे की ओर प्रवाहित होनेवाली धाराओं के ठीक ऊपर भूदोषों के धँसने का लम्बा काल।

द्वितीय अवस्था—अपेक्षाकृत वेगवान पर्वतमूलों के बनने और क्षैतिज धाराओं का लघु-युग। दबाव से स्वर्य पर्वतों के बनने का लघु काल।

तृतीय अवस्था—चक्रान्त के लिये उत्तर-दायी क्रमशः क्षीण होने वाली धाराओं का युग। क्रमिक ऊर्ध्वगति का काल।

ग्रिग्स (Griggs) ने प्रयोगों द्वारा इस सिद्धान्त की पुष्टि की है। उन्होंने पृथ्वी की एक छोटी प्रतिकृति (Model) तैयार की। इसकी रचना उन्होंने ऐसे पदार्थों से की जो पृथ्वी से मिलते जुलते थे। सवाहन की धाराओं के स्थापन के लिये इन्होंने दो घूमनेवाले अथवा परिभ्रामी डिडिमो (Rotating Drums) की व्यवस्था की। जब इन डिडिमो को चित्र २४ में अंकित तीरों



चित्र २४—होम्स के सिद्धान्त की प्रायोगिक पुष्टि

की दिशा में घुमाया जाता है, तब उनके ऊपर की पर्पटी बीच में नीचे धँसती है। जैसे-जैसे परिभ्रमण का वेग घटाया जाता है, वैसे वैसे नीचे धँसी हुई पर्पटी पुनः ऊपर उठती है। पर्वतीकरण की क्रिया इसी प्रकार होती है।

प्रश्नावली

1. Discuss the theories that have been advanced to explain mountain folding. (Banaras M.Sc. Geol. 1951).
2. Write a concise account of the origin of the various types of mountains of India. (Agra M.A. Geography 1950).
3. Write an essay on the origin of mountains with special reference to the Himalayas. (Banaras M.Sc. Geol. 1950).
4. Discuss concisely the various theories which have been advanced to explain the origin of forces responsible for mountain building. Give examples. (Agra M.A. Geography 1949).
5. Elucidate the idea of 'Magmatic Cycles.' (Banaras M.Sc. Geol. 1949).

6. ‘Out of the geosynclines have come the mountains’ Elaborate this statement with reference to either the Himalayas or the Alps. (Agra M A. Geography 1947)
(Banaras M.A. and M Sc. Geography. 1948).

7 Give an account of the role of Isostasy in mountain building. (Banaras M A and M Sc Geography, 1947)

8. Give a short account of the history of a folded mountain range. What other agencies may be responsible for mountain formation. Give examples preferably from India. (Agra M A Geography 1948)

9. Discuss in details the theory of Magmatic Cycles by Holmes. (Banaras M Sc Geol. 1941).

10. Give the full life history of a geosynclinal region, tracing the various stages in the epeirogenic and orogenic phases of development. (Banaras M.Sc Geol. 1948).

11 Explain any one important theory of mountain formation. What are the different phases in mountain building? Discuss. (Allahabad M A. Geography 1947).

12 Discuss the following statement with special reference to the Himalayas, —

‘Out of the geosynclines have come the mountains’

(I. A S Competition Examination 1953)

13. Discuss the Thermal Contraction Theory of Jeffreys and appreciate how far it has solved the problem of mountain building. (Allahabad M A. Geography 1952).

14. Discuss fully Holmes’ convectional current theory. (Allahabad M.A. Geography 1951).

15 Critically examine Daly’s hypothesis of sliding continents. How far has it solved the problem of mountain building. (Allahabad M A. Geography 1953).

16. Describe phases in the formation of a fold mountain. How do you explain the long period of geosynclinal sedimentation followed by compression and elevation?

(Banaras M A and M.Sc. Geog. 1953).

17. Describe theories put forward to explain the origin of tectonic mountains. (Banaras M.Sc. Geog. 1953).

षष्ठम परिच्छेद

पूर्वकालीन हिमयुगों के कारण

(CAUSES OF THE PAST ICE-AGES)

भूमिका

पृथ्वी के इतिहास में अनेक बार हिमयुग हुए हैं। हिमयुग से तात्पर्य है—तापमान के घट जाने से किसी भूखण्ड का हिम से ढक जाना। भूगर्भ-शास्त्र के प्रमाण यह सिद्ध करते हैं, कि एलगोनकियन युग में उत्तरी अमेरिका, निम्न कैम्ब्रियन युग में नॉर्वे, चीन और सम्भवत आस्ट्रेलिया एवं द० अफ्रीका भी, डिवोनियन युग में द० अफ्रीका, परमियन युग में द० अमेरिका, द० अफ्रीका, भारतवर्ष, आस्ट्रेलिया और सम्भवत योरोप तथा उ० अमेरिका भी तथा प्लीस्टोसीन युग में अनेक बार ससार के विभिन्न भागों में हिमयुग हुए हैं। इन पूर्वकालीन हिमयुगों के स्पष्टीकरण के लिये अनेक सिद्धान्त और वाद प्रस्तुत किए गये हैं। उन सबका विस्तृत विवेचन यहाँ पर सम्भव नहीं है। केवल कुछ प्रमुख सिद्धान्तों की रूप-रेखाएँ नीचे दी जा रही हैं।

१. सौर-विकिरण की विभिन्नता

. सिद्धान्त—सूर्य-कलक के चक्रों (Cycles of sun-spots) के अध्ययन से यह विदित हुआ है कि सौर-विकिरण की मात्रा सदैव एक सी नहीं रहती। इससे विद्वानों ने यह निष्कर्ष निकाला है, कि सम्भव है, दीर्घ कालान्तर में सौर-विकिरण की मात्रा में बड़े अन्तर हो जाते हों। इस सिद्धान्त के अनुसार, जब सौर-विकिरण अत्यन्त क्षीण हो जाता है, तभी पृथ्वी पर हिमयुग होते हैं।

समीक्षा—इस सिद्धान्त के विषय में सबसे बड़ी कठिनाई यह है कि हमारे पास वे साधन ही नहीं हैं, जिनसे इसकी सफलता अथवा असफलता कुछ भी प्रमाणित की जा सके। अतएव यदि यह सिद्धान्त सही भी हो, तो भी इस समय यह एक मधुर कल्पना ही है।

२. सूर्य का शीतल क्षेत्र में प्रवेश

सिद्धान्त—हिमयुगों के सम्बन्ध में ज्योतिष की यह दूसरी अवधारणा है। इसके अनुसार कभी कभी सूर्य ऐसे ग्रहों के क्षेत्र में प्रवेश करता है, जहाँ उसे पर्याप्त ताप नहीं मिलता।

समीक्षा—ज्योतिष का आधुनिक अध्ययन इस अवधारणा को सही नहीं मानता।

३ कैपलर का नियम

सिद्धान्त—पृथ्वी की धुरी की उत्केन्द्रता (Eccentricity) स्थिर नहीं है। उसमें अन्तर होते रहते हैं। इस सिद्धान्त के अनुसार ये परिवर्तन पूर्व-काल में तापमान के क्षेप होने में सहायक हुए हैं।

समीक्षा—वास्तव में पृथ्वी की धुरी की उत्केन्द्रता के परिवर्तन आवर्तीय (Periodical) हैं, यद्यपि यह सिद्धान्त नहीं होता तो पृथ्वी में अब तक आवर्तीय रातों से सैकड़ों हिमयुग हुए होते, जिनका कोई प्रमाण नहीं है।

४ महाद्वीपीय प्रवाह

सिद्धान्त—इस सिद्धान्त के अनुसार वे सभी प्रदेश जो समकालीन हिमनदियों से प्रभावित हुए हैं, पूर्वकाल में एक दूसरे से जुड़े हुए थे। उदाहरण के लिये, अफ्रीका, प्रायद्वीपीय भारत तथा आस्ट्रेलिया में परमो-कारबोनिफेरस युग (Permo-Carboniferous Period) की हिमनदियों के चिह्न मिले हैं। इस सिद्धान्त के अनुसार इस युग में ये सभी महाद्वीप एक दूसरे से जुड़े हुए थे (चित्र १५) और गौण्डवानालैण्ड नामक महान् स्थलखण्ड का निर्माण करते थे कालान्तर में वे एक दूसरे से पृथक् हो गये।

समीक्षा—(१) महाद्वीपों के प्रवाह के लिये, जो बल आवश्यक है, उनका स्पष्टीकरण अभी तक नहीं हो सका है।

(२) यह सिद्धान्त सागर-नितल के स्थायित्व (Permanency of ocean-basins) की अवधारणा के प्रतिकूल है।

(३) इस सिद्धान्त से कुछ हिमयुगों का स्पष्टीकरण तो अवश्य हो जाता है, पर सबका नहीं।

५ धनवातिकीय (Meteorological) सिद्धान्त

सिद्धान्त—इस सिद्धान्त के अनुसार धनवातिकीय दशाओं में अन्तर होने से हिमयुग होते हैं।

समीक्षा—इस विज्ञान में अभी तक इतना अनुसन्धान नहीं हो सका है, जिससे पूर्वकालीन हिमयुगों का अन्तोःप्रद स्पष्टीकरण हो सके।

1. Eccentricity is the distance of the centre of a planet's orbit from the centre of the sun.

६ ध्रुवों की विचलन

सिद्धान्त—बहुत से विद्वानों की यह धारणा है कि उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों की स्थिति में परिवर्तन होने से हिमयुग हुए हैं।

समीक्षा—(१) ध्रुवों के विचलन के लिये आवश्यक बल कहाँ से आये ?

(२) पृथ्वी इस्पात के समान कठोर है। पूर्वकाल में ध्रुवों की स्थिति में यदि कोई महान् अन्तर हुआ होता, तो उसका पृथ्वी की सरचना पर कोई न कोई प्रभाव अवश्य पड़ता, किन्तु इसके कोई प्रमाण नहीं मिलते।

(३) ज्योतिष-वेत्ताओं के अनुसार ध्रुव अपनी केन्द्रीय स्थिति से किसी भी दिशा में अधिक से अधिक २१ मिनट अर्थात् लगभग २३ मील ही विचलित हो सकते हैं, अधिक नहीं।

७. ज्वालामुखीय धूलि का सिद्धान्त

सिद्धान्त—ज्वालामुखियों के उद्गार से लावा आदि पदार्थों के अतिरिक्त धूलि भी प्रचुर परिमाण में निकलती है। यह धूलि भूपृष्ठ पर आवरण के रूप में छा जाती है और सूर्य की किरणों के मार्ग में बाधक होती है। यह उनके ताप का शोषण कर लेती है, जिससे भूपृष्ठ का तापमान घट जाता है। इस सम्बन्ध में ऐसे अनेक प्रमाण मिलते हैं, जिनसे विदित होता है कि परमियन और प्लीस्टोसीन काल के हिमयुगों के पहले ज्वालामुखियों के उद्गार असाधारण रूप से हुए हैं।

समीक्षा—(१) जब हम प्लीस्टोसीन युग की आग्नेय क्रिया (Igneous Activity) और उस युग की हिमनदियों की अग्र और पश्च गतियों में पारस्परिक सम्बन्ध स्थापित करने का प्रयास करते हैं, तो हमें सफलता नहीं मिलती।

(२) इसके अतिरिक्त परिमाणात्मक आपत्तियाँ भी हैं। अन्य शब्दों में ज्वालामुखीय धूलि तापमान के घटाने में आंशिक रूप से महत्वपूर्ण भले ही हो किन्तु केवल उसके कारण हिमयुग होना सम्भव नहीं है।

८. पृथ्वी का कार्बन डाइऑक्साइड से ढक जाना

सिद्धान्त—वायुमण्डल में कार्बन-डाइऑक्साइड विद्यमान है। यह पृथ्वी के आन्तरिक ताप के विकिरण को रोकती है। चैम्बरलिन ने यह प्रदर्शित किया है कि यदि वायुमण्डल में कार्बन-डाइऑक्साइड की मात्रा बढ़ जावे तो पृथ्वी का तापक्रम भी बढ़ जाता है। इसके विपरीत यदि इसकी मात्रा घट जावे, तो तापक्रम भी घट जाता है। ऋतुक्षरण (Weathering) की प्रक्रिया में कार्बन-डाइऑक्साइड उपभुक्त होता है। स्थल-खण्डों के अचानक ऊपर उठ जाने से ऋतुक्षरण बढ़ जाता है। इस प्रकार

कार्बन-डाइ-आक्साइड के घट जाने से शीतल जलवायु का आविर्भाव होता है और कभी कभी विशेष दशाओं में हिमयुग भी हो जाते हैं। ऋतुक्षरण की प्रक्रिया से वायुमण्डल के वाष्प की मात्रा भी घट जाती है, जिससे पृथ्वी का तापमान और भी कम हो जाता है। कालान्तर में जब वायुमण्डल को कार्बन-डाइ-ऑक्साइड पुनः प्राप्त होती है, तब हिमयुग समाप्त हो जाता है। कार्बन-डाइ-ऑक्साइड अनेक स्रोतों से मिलती है, जैसे (१) प्रत्यक्ष रूप से—महासागरों द्वारा (बहुत से सागरीय जीवों के शरीर से चूना निकलता है। इस चूने से कार्बन-डाइ-ऑक्साइड बनती है)। (२) परोक्ष रूप से हिमावरण द्वारा जो शिलाओं का ऋतुक्षरण रोकता है।

समीक्षा—इस सिद्धान्त के प्रणेता हम्फ्रे ने स्वयं स्वीकार किया है कि कार्बन-डाइ-ऑक्साइड की वर्तमान राशि में १०० प्रतिशत वृद्धि अथवा ५० प्रतिशत न्यूनता पृथ्वी के तापमान पर कोई भी महत्वपूर्ण प्रभाव न डाल सकेगी। फिर भी संभव है कि यदि इसकी मात्रा में बहुत अधिक कमी हो जाय, तो हिमयुग का आविर्भाव हो सके।

९. अन्य भौगोलिक एवं भौमिकीय सिद्धान्त

सिद्धान्त—इन सिद्धान्तों के अनुसार पूर्वकालीन हिमयुग निम्नलिखित कारणों से हुए हैं—

- (१) जल तथा स्थलखण्डों के वितरण और विन्यास में परिवर्तन।
- (२) स्थलखण्डों की ऊँचाई में परिवर्तन।
- (३) हवाओं और जलधाराओं की दिशाओं में परिवर्तन।

समीक्षा—(१) यह सत्य है कि प्रोटरोजोयक, परमियन तथा प्लीस्टोसीन हिमयुगों के पहले स्थलखण्डों में ऊपर उठने और नीचे धँसने की गतियाँ बहुत हुई हैं, किन्तु इनमें और हिमयुगों में पारस्परिक सम्बन्ध स्थापित करने में सफलता नहीं मिलती।

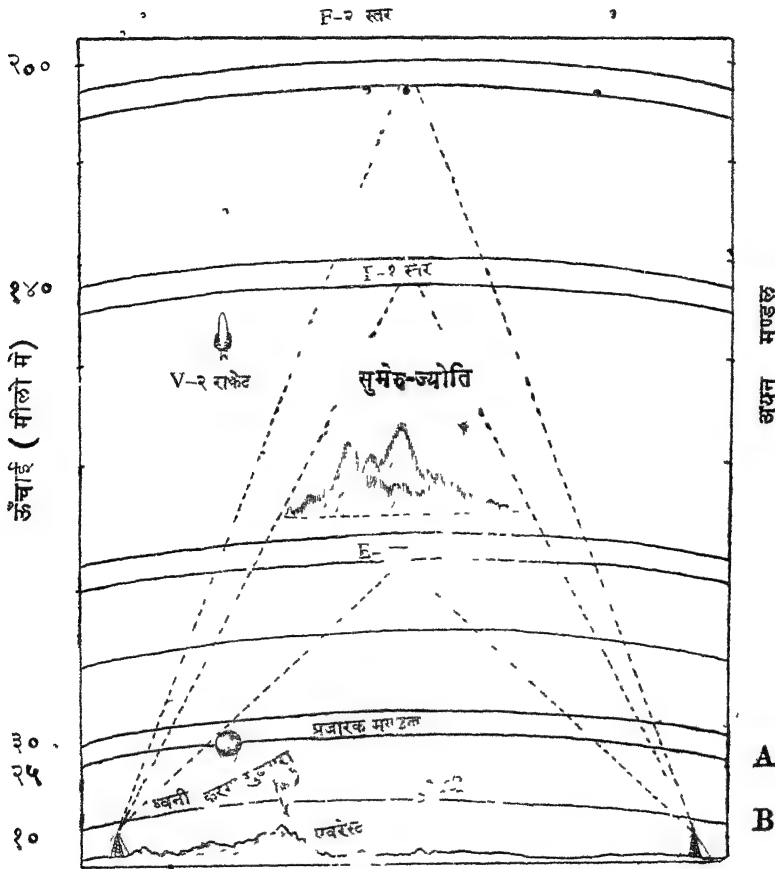
(२) प्लीस्टोसीन हिमयुग तो हाल ही की बात है। तब से लेकर आज तक हवाओं और जलधाराओं की दिशा में तथा स्थलखण्डों के वितरण और विन्यास में ऐसे कौन से महान् परिवर्तन हुए हैं ?

अतएव यह सिद्धान्त आंशिक रूप में भले ही हिमयुगों का कारण हो, किन्तु केवल इसी से हिमयुग सम्भव नहीं है।

१०. आधुनिक धारणायें

सिद्धान्त—हिमयुगों के विषय में आधुनिक धारणायें रूसी वैज्ञानिकों की हैं। इन्होंने यह ज्ञात किया है कि पछले सौ वर्षों में हिम ध्रुवों की ओर और खिसक गई है। इनका कथन है कि समस्त पृथ्वी का औसत तापक्रम पिछले तीस वर्षों

में बढा है। रूसी वैज्ञानिको ने यह भी ज्ञात किया है कि वायुमण्डल मे ३० किलोमीटर की ऊँचाई के बाद ओजोन (Ozone) का एक पृथक स्तर है



चित्र २५—नवीन अवधारणा के अनुसार वायुमण्डल के स्तर

(चित्र २५)। प्रयोगों द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि ओजोन का स्तर सामान्यतः सौर-विकिरण का पाँचवाँ भाग शोषण कर लेता है। वायुमण्डल के ओजोन की मात्रा स्थिर नहीं है। वह घटती बढती रहती है। तदनुसार पृथ्वी का तापमान भी बढता घटता रहता है। जब इस प्रकार पृथ्वी का तापक्रम अत्यन्त क्षीण हो जाता है, तभी हिमयुगों का प्रादुर्भाव होता है।

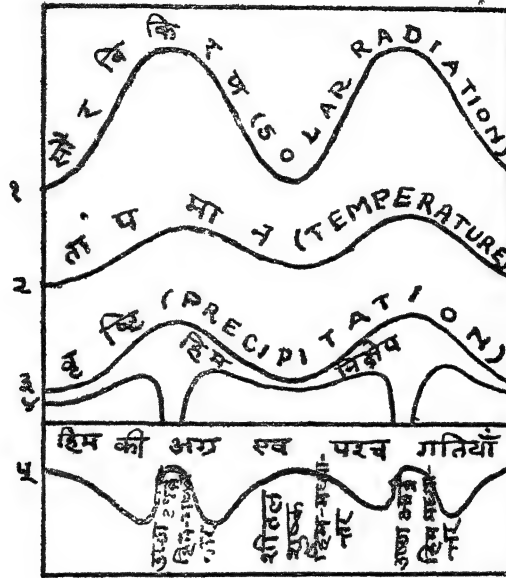
समीक्षा—आर्विन-डाइ-ऑक्साइड के सिद्धान्त के समान सम्भव है यह

A सप्तताप मण्डल। B परिवर्तन-मण्डल।

सिद्धान्त भी आंशिक रूप से तापमान नीचा करने में सहायक होता हो किन्तु केवल ओजोन की न्यूनता से हिमयुग होना सम्भव नहीं प्रतीत होता।

निष्कर्ष

उपर्युक्त सभी सिद्धान्तों पर विचार करने के उपरान्त भी हम हिमयुगों के सम्बन्ध में कोई निश्चित मत स्थिर करने में अपने को असमर्थ पाते हैं। कोई भी एक सिद्धान्त सभी हिमयुगों का सन्तोषप्रद स्पष्टीकरण करने में असमर्थ है—उदाहरण के लिये सौर-विकिरण के विभेदन वाले सिद्धान्त से जहाँ प्लिस्टो-



(सिम्पसन के अनुसार)

चित्र २६—प्लिस्टोसीन हिमनदियों की अग्र और पश्च गतियों का सौरविकिरण के विभेदन से सम्बन्ध

उपर्युक्त चित्र में—

वक्र १—सौर-विकिरण के दो पूर्ण चक्र प्रदर्शित करता है।

वक्र २—इन चक्रों के समय संसार का औसत तापक्रम प्रदर्शित करता है।

वक्र ३—वृष्टि का वक्र है। यह सौर-विकिरण के वक्र के अनुरूप है।

वक्र ४—उच्च-अक्षांशों में हिम-निक्षेप का द्योतक है।

वक्र ५—आल्प्स के चार हिमानी और तीन अन्तर्हिमानी काल प्रदर्शित करता है।

सीन युग की हिमनदियों की अग्र और पश्च गतियाँ तक स्पष्ट हो जाती हैं, (चित्र २६) वहाँ यही सिद्धान्त परमियन और प्लीस्टोसीन हिमयुगों के मध्य का दीर्घ कालान्तर समझाने में असमर्थ है। सम्भव है, उपर्युक्त सिद्धान्तों में निहित बहुत-सी दशाएँ मिलकर हिमयुगों का कारण हो। ज्योतिष और घनवातिकी (Meteorology) के वर्तमान अध्ययन द्वारा हम किसी भी निश्चित निष्कर्ष पर पहुँचने में असमर्थ हैं। जब तक ये दोनों विज्ञान इस विषय में पर्याप्त उन्नति-शील नहीं हो जाते, तब तक हिमयुगों के सम्बन्ध में निश्चित परिणाम पर पहुँचना असम्भव नहीं तो महाकठिन अवश्य है।

प्रश्नावली

1. How have the changes of climate in past pliocene times been explained? (Agra M A Geography 1953).

2. How do you account for ice-ages in the geological history of the earth? (Banarss M.Sc. Geol. 1949).

3. Discuss the various theories that have been put forward to explain the existence of ice-ages.
(Banaras M. Sc. Geol. 1945).

4. Explain fully the various causes of the worldwide lowering of temperature in the past geological ages.
(Banaras M.Sc. Geol. 1939).

5. Discuss the various theories put forward for explaining the phenomena of ice-age.
(Banaras M.Sc. Geol. 1943).

6. Describe Pleistocene ice-age, and suggest causes of ice-age.
(Allahabad M.A. Geography 1953).

सप्तम परिच्छेद

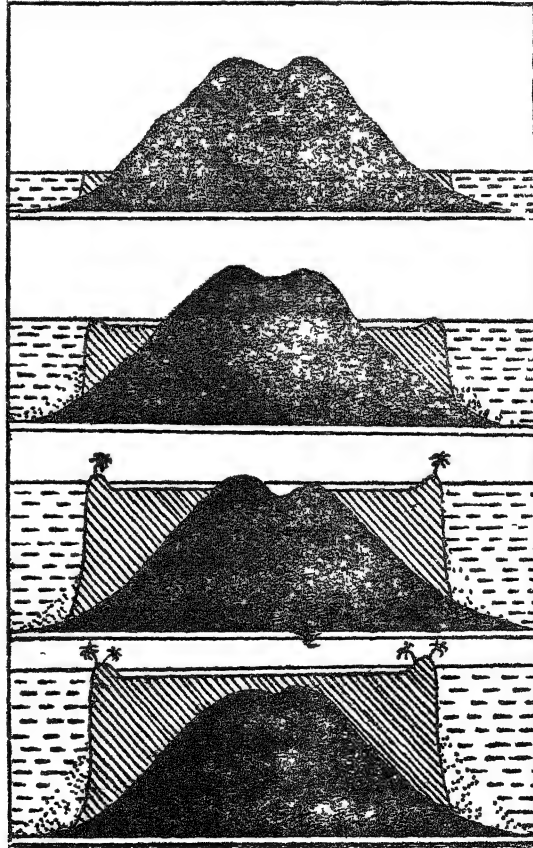
“प्रवाल्याओं की संरचना”

(STRUCTURE OF ATOLLS)

‘प्रवाल्याओ (Atolls) का विकास किस प्रकार हुआ?’—यह प्रश्न बड़े ही महत्त्व का है। इस सम्बन्ध में विद्वानों ने अनेक मत प्रकट किये हैं। इनमें से तीन प्रमुख विचारधाराएँ नीचे दी जा रही हैं :—

१. डार्विन (Darwin) का सिद्धान्त

इस सिद्धान्त के अनुसार, सबसे पहले पूँगे का कीड़ा अथवा प्रवाली (Coral Polyp) किसी द्वीप के चारों ओर अनुनट-प्रवाली (Fringing



चित्र २७—डार्विन के अनुसार प्रवाल्याओं की रचना

reef) बनाना आरम्भ करता है। सागर पृष्ठ से तीस या चालीस फुट नीचे यह क्रिया आरम्भ होती है। जब तक स्थल और जल के आपेक्षिक समतलो में अन्तर नहीं होता, अनुतट-प्रवाली विकसित होती रहती है। किन्तु यदि किन्हीं कारणों से द्वीप नीचे धँसता है, तो प्रवाली भी जल में उतने नीचे और डूब जाती है। इसके बाद प्रवाली फिर ऊपर की ओर विकसित होने लगती है। प्रवाली का विकास बाहर की ओर सबसे अधिक होता है क्योंकि वहाँ उसे भोजन की सबसे अधिक सुविधा होती है। भोजन से कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate) का तात्पर्य है। प्रवाल का जीवन इसी पर निर्भर है। प्रवाल इसे सागर जल से खींचता है। बाहर की ओर प्रवाली का विकास अधिक होने का एक कारण यह भी है कि वहाँ पर उसे अवसादों (Sediments) से ढक जाने का डर नहीं रहता। अतएव, जब द्वीप नीचे धँसता है, तो प्रवाली का बाहरी भाग ऊपर उठा रहता है और मध्य का शेष भाग डूब कर उपहृद (Lagoon) में परिणत हो जाता है। नीचे धँसने की क्रिया की वृद्धि के साथ ही साथ उपहृद की गहराई और विस्तार भी बढ़ते जाते हैं। कालान्तर में समस्त द्वीप जलमग्न हो जाता है और यदि प्रवाली द्वीप के चारों ओर हुई तो अन्त में उसका वलय (Ring) शेष रह जाता है जिसके मध्य में जलमग्न उपहृद रहता है। इस प्रकार प्रवाल्या (Atoll) अस्तित्व में आती है।

सिद्धान्त के षष्ठ में प्रमाण :—इस सिद्धान्त के अनुसार प्रवाल्याये केवल उन क्षेत्रों में पाई जाना चाहिये, जहाँ सागर-नितल की अवगति हुई हो। ऐसे अनेक सबल प्रमाण मिलते हैं, जिनसे इस कथन की पुष्टि होती है। उदाहरण के लिये बृहद्-परातट-प्रवाली (Great Barrier Reef) के अन्तर्गत क्वींसलैण्ड के तट पर ऐसी अनेक समुद्रान्तर घाटियाँ पाई जाती हैं, जो स्वयं निमज्जन (Subsidence) की द्योतक हैं। बहुत सी वलयाकार प्रवाली-रचनाओं के बीच में स्थित द्वीप के किनारे भी इसी प्रकार कटे हुए हैं और थोड़ी ही अवगति उन्हें प्रवालया (Atoll) में परिणत करने में समर्थ होगी।

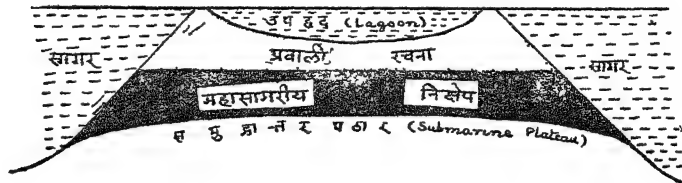
विपक्ष में प्रमाण :—प्रशान्त महासागर में बहुत सी प्रवालयाये ऐसे क्षेत्रों में पाई जाती हैं, जहाँ न केवल निमज्जन के कोई चिह्न नहीं है, प्रत्युत उन्नमज्जन (Elevation) के निश्चित प्रमाण विद्यमान हैं। पैल्यू आदि द्वीप समूह में स्थल का उन्नमज्जन निश्चित रूप से हुआ है। अनेक प्रमाणों से इसकी पुष्टि होती है। सोलोमन द्वीप की प्रवालयाये ऐसी लाल चिकनी मिट्टी पर स्थित हैं, जो

१—मूगे वा कीड़ा प्रवाली मृखला का निर्माण १२० फुट से अधिक गहराई में नहीं करता, क्योंकि इससे नीचे की परिस्थितियाँ प्रवाली के विकास के लिये अनुकूल नहीं हैं।

केवल अर्थात् महासागर में पायी जाती है। उन्मज्जन का इससे अधिक ज्वलन्त और यथार्थ प्रमाण अन्य क्या हो सकता है? केवल निक्षेप से इतने अधिक मात्रा में उन्मज्जन कदापि संभव नहीं है।

२. मरे (Murray) का सिद्धान्त

इस सिद्धान्त के अनुसार प्रवाली की विकास ऐसे समुद्रान्तर पठारों (Submarine Plateaus) पर होता है, जिनका ऊपरी धरातल सागर-मृष्ट से १२० फुट से कम गहराई पर होता है। प्रवाली रचना का आन्तरिक भाग अपेक्षाकृत नीचे रहता है और बाहरी भाग पूर्वलिखित कारणों से अत्यन्त वेग से विकसित होता है और कालान्तर में सागर-समतल से भी ऊँचा उठ जाता है। इस प्रकार प्रवाली-रचना एक ऐसे घेरे का रूप धारण कर लेती है जिसके बीच में उपहृद (Lagoon) रहता है। ऐसी अवस्था में जीवित प्रवाल सागर की ओर रहते हैं और आन्तरिक भाग में मृतक प्रवाल का बाहुल्य होता है। कारण स्पष्ट है। मृत प्रवाली के घुलने से उपहृद और भी अधिक गहरा और विस्तृत होता जाता है। दूसरी ओर प्रवाली का बाहरी भाग ऊपर की ओर विकसित होता रहता है। इस प्रकार प्रवाली का वलय क्रमशः आकार में बढ़ता जाता है। अतएव प्रवाल्याओं की आयु-निर्धारण में आकार का भी महत्त्व है।



चित्र २८—मरे के अनुसार प्रवाल्याओं की रचना

पत्र में प्रमाण —(१) बहुत से उथले सागरीय समुद्रान्तर पठारों पर प्रवाल्याये (Atolls) पाई गई हैं।

(२) यह तो डार्विन तक ने स्वीकार किया है कि उथले सागर में प्रवाली रचनाओं का स्वाभाविक बाह्य-विकास, उन्हें प्रवाल्या का रूप देने में समर्थ होगा। डार्विन के अनुसार पश्चिमी हिन्द-महासागर की प्रवाल्याये, धाराओं द्वारा एकत्र किये गये अवसाद (Sediments) के तटों पर, इसी प्रकार बनी हैं।

(३) अनेक प्रवाल्याओं के परीक्षण से ज्ञात होता है, कि उनके प्रवाली-निक्षेप २०० फुट से अधिक गहरे नहीं हैं। सीलोमन द्वीप समूह का सैण्ट अन्ना तथा जावा के दक्षिण में स्थित क्रिश्चियन द्वीप इसके उदाहरण हैं।

(४) यह उल्लेख तो पहले ही हो चुका है कि पैल्यू, सोलोमन आदि द्वीप समूहों में उन्मज्जन के निश्चित प्रमाण मिले हैं।

विपक्ष में प्रमाण — (१) मरे के अनुसार प्रवाल्या का केवल ऊपरी २०० फुट के लगभग भाग प्रवाल से बना होगा, शेष नहीं। परीक्षा से ज्ञात होता है कि अनेक दशाओं में यह सत्य नहीं है।

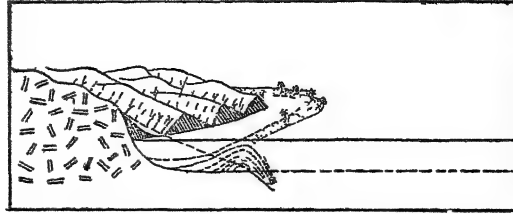
(२) अधिकतर प्रवाल्याओं के बाहरी तट बड़े प्रपाती (Steep) होते हैं। मरे को उपकल्पना इनका स्पष्टीकरण नहीं करती।

(३) इस सिद्धान्त के अनुसार प्रवाली शृंखला का विकास ऐसे समुद्रान्तर पठारों पर हुआ जिनका ऊपरी धरातल या तो अपक्षरण (Erosion) द्वारा नीचा होकर अथवा निक्षेपण (Deposition) द्वारा ऊपर उठकर सागर-समतल से लगभग ३० फीट गहरा हो गया। अतएव प्रवाल्याओं की गहराई ३० फीट होना चाहिये, किन्तु प्रायः वह ४० फीट से भी अधिक होती है।

३ डैली का हिमनियंत्रण का सिद्धान्त (Daly's Theory of Glacial Control)

सन् १९०९ ई० में हवाई द्वीपों की प्रवाली-रचनाओं का निरीक्षण करते समय डैली का ध्यान उनकी सर्कणता की ओर आकर्षित हुआ। इसके अतिरिक्त मौना-की (Mauna-Kea) में उसने अभिनवकालीन हिमनदियों के चिह्न भी देखे। इससे उसने अनुमान किया कि प्रवाली-विकास और तापक्रम में सम्बन्ध अवश्य है। आजकल जाड़े के दिनों में इन सागरों का तापमान प्रवाली-विकास के लिये आवश्यक तापमान से थोड़ा ही अधिक रहता है। इससे उसने यह अनुमान किया कि हिमयुग में यहाँ का तापमान प्रवाली विकास के लिए आवश्यक तापमान की अपेक्षा बहुत कम होगा, अतएव उस काल में इनका विकास न हो सका होगा। इस प्रकार वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि हवाई-द्वीपों की प्रवाली-रचनाएँ हिमयुग के बाद की रचनाएँ हैं। अब तो सभी लोग यह मानते हैं कि प्रातिनूतन हिमयुग (Pleistocene Ice Age) में सागर-समतल में उच्चावचन (Fluctuations) हुए हैं—अर्थात् कभी वह ऊपर उठा है तो कभी नीचे चला गया है। सागर समतल के नीचे जाने से उसका तापमान भी घट गया होगा, जिसका प्रभाव साराँ भर पर पड़ा होगा। डैली के अनुसार प्रातिनूतन हिमयुग में सागर समतल लगभग २०० फुट नीचे चला गया था। जब सागर मूठ अधिक से अधिक नीचा होगा, उस समय समुद्र की तरंगों ने हिमयुग से पहले की ऊपर निकली हुई प्रवाली रचनाओं का अपक्षरण किया होगा, जिसमें वे समुद्रान्तर फलकियों (Submarine

Benches) में परिणत हो गई होगी। इसके बाद जब तापक्रम बढ़ा होगा और हिम-टोपियाँ (**Ice-caps**) पिघली होगी और उनका पानी समुद्र में प्रवाहित



चित्र २९ डेली के अनुसार प्रवाल्याओ की रचना

हुआ होगा, तब सागर-समतल फिर ऊपर उठा होगा और पानी का तापमान भी बढ़ गया होगा। अत्यन्त नीचे हिमयुग में भी जो प्रवाल जिवित रह जाते हैं, वे निम्नसमतल के अपघर्षण (**Low Level Abrasion**) से बनी समुद्रांतर फलकियों पर नवीन रचनाओं की सृष्टि करते हैं। पूर्वलिखित कारणों से प्रवाली बाहर की ओर अधिक विकसित होती हैं और कालान्तर में प्रवाल्या की आकृति ग्रहण कर लेती हैं।

अनुकूल प्रमाण—(१) प्रवाल्याओं के ऊपरी धरातल का चपटापन इस सिद्धान्त का अनुकूल है। इस सिद्धान्त में निम्न समतल के अपघर्षण (**Low Level Abrasion**) की जो कल्पना की गई है, उसके फलस्वरूप चपटा धरातल ही अस्तित्व में आयेगा।

(२) हिमयुग में महाद्वीपीय हिमखण्डों के विकसित होने और पिघलने से महासागर के जलपृष्ठ का ऊपर उठना और नीचे चला जाना सर्वमान्य तथ्य है।

प्रतिकूल प्रमाण—(१) प्रवाल्याओं के उपहृदों की गहराई के अध्ययन से यह ज्ञात होता है कि वे प्रातिनूतन युग में सभ्य अधिक से अधिक गहराई से भी अधिक गहरे हैं।

(२) अपक्षरण द्वारा अधिकांश जलमग्न तटों का इतना अधिक नीचा होना शक्य नहीं प्रतीत होता, जितना कि अपेक्षाकृत कम विस्तार वाले तट हुए हैं।

(३) इस सिद्धान्त के अनुसार उच्छृंग (**Cliffs**) की सृष्टि अत्यन्त अनिवार्य है। यदि यह भी मान लिया जाय कि कुछ उच्छृंग सागर-समतल के ऊपर उठने से डूब गये होंगे, तो भी कुछ तो शेष बचना चाहिये। सत्य तो यह है कि प्रवाली सागरों में उच्छृंग पूर्णतः अनुपस्थित हैं।

निष्कर्ष

उपलब्ध माणों की विरोधी प्रवृत्ति के कारण किसी निश्चित निष्कर्ष पर पहुँचना कठिन है। इतना तो निर्विवाद कहा जा सकता है कि प्रवाल्या अनेक

प्रकार से अस्तित्व में आये—कुछ निमज्जन के क्षेत्रों में विकसित हुए और कुछ ऐसे भागों में जहाँ निमज्जन नहीं हुआ।

इस समस्या के हल के लिये दक्षिणी प्रशान्त में फ्यूनाफूटी नामक टापू के एक प्रवाल्या के बलय में लगभग १११४ फुट गहरा सछिद्रण (Bore) किया गया। सछिद्रण से निकले पदार्थों के परीक्षण से यह विदित हुआ कि उसका प्रायः समस्त भाग प्रवाल द्वारा रचित है। स्पष्ट है कि यह प्रयोग डार्विन की उप-कल्पना के अनुकूल है। किन्तु यह तो केवल परोक्ष (Indirect) प्रमाण हुआ। इसे हम निश्चयात्मक प्रमाण तो नहीं कह सकते।

दूसरी ओर इस बात के भी निश्चित प्रमाण मिलते हैं कि प्रवाल्याये ऐसे क्षेत्रों में भी पाई जाती हैं, जहाँ सागर-नितल का निमज्जन नहीं हुआ है। यही नहीं ऐसे क्षेत्रों में भी प्रवाल्याये पाई गई हैं, जहाँ नितल में निश्चित उन्मज्जन हुआ है।

कोई भी एक सिद्धान्त समस्त प्रवाल्याओं के लिये घटित नहीं होता। कुछ विशेष प्रवाल्याओं में सछिद्रण अपेक्षित है। कुछ प्रवाल्याओं का विस्तृत अध्ययन भी आवश्यक है। अनुसन्धान के लिये इस दिशा में काफी क्षेत्र पड़ा है, फिर भी इतना सकेत कर देना उचित होगा कि अभी तक डार्विन को ही सबसे अधिक समर्थन प्राप्त है।

डैविस अपने ‘प्रवाली शृंखला की समस्या’ नामक ग्रन्थ में इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं :—

‘डार्विन का निमज्जन का सिद्धान्त तथा डैली का हिम-नियन्त्रण का सिद्धान्त—दोनों मिलकर प्रायः सभी प्रकार के प्रवाली-श्रृंखलाओं के स्पष्टीकरण के लिये सबसे अधिक समर्थ हैं।’

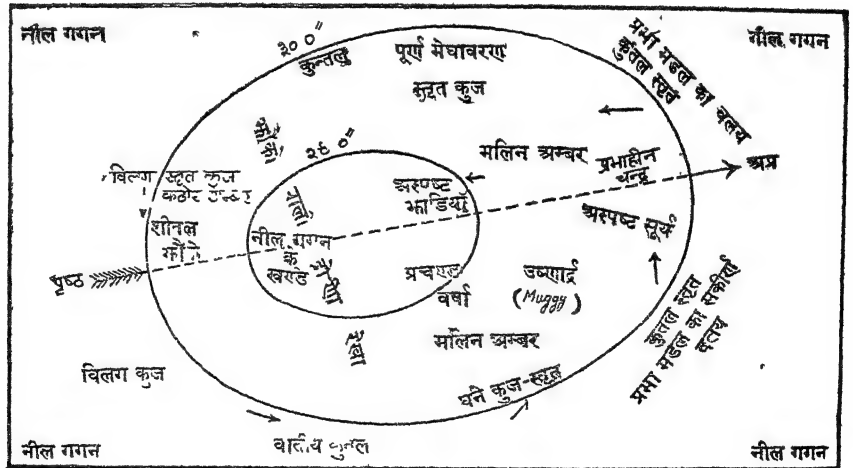
प्रश्नावली

1. Write an essay on the coral reef problem.
(Agra M.A. Geography 1949).
2. ‘Subsidence is better able to explain atolls and barrier reefs than any other postulate.’ Discuss.
(Banaras M.A. and M.Sc. Geography 1949).
3. Describe the more important theories for the formation of atolls.
(Allahabad M.A. Geography 1952).
4. Write a critical note on the problem of coral reefs.
(Allahabad M.A. Geography 1948).
5. Discuss the Glacial Control Theory of the origin of coral reefs.
(Banaras M.A. and M.Sc. Geography 1953).

अष्टम परिच्छेद चक्रवातों की उत्पत्ति

(ORIGIN OF CYCLONES)

भूमिका—चक्रवात (Cyclone) समभार रेखाओं (Isobars) की एक विशेष व्यवस्था है, जिसमें समभार रेखाएँ प्रायः वृत्ताकार (Circular) अथवा दीर्घ-वृत्ताकार (Elliptical) होती हैं, इसके मध्य में वायु का दबाव सर्वसे कम होता है और वह चारों दिशाओं में क्रमशः बढ़ता जाता है। चक्रवात प्रायः कभी भी स्थिर नहीं रहते। सामान्यतः वे प्रचलित वायु की दिशा में गतिशील होते हैं। चित्र ३० में उत्तरी गोलार्ध का एक चक्रवात प्रदर्शित किया गया



चित्र ३०—उत्तरी गोलार्ध का एक चक्रवात

है। उससे स्पष्ट होगा कि न्यूनतम भार चक्रवात के बिल्कुल बीचों बीच नहीं होता है, वरन् कुछ पीछे हटा हुआ होता है। केन्द्र से गुजरने वाली और गति की दिशा के प्रति समकोण बनाने वाली रेखा को द्रोणी (Trough) कहते हैं। द्रोणी के आगे का भाग अग्र (Front) कहलाता है और पीछे का भाग पृष्ठ (Back) कहलाता है। वायु सदैव अधिक भार से कम भार की ओर प्रवाहित होती है। चक्रवात के मध्य में वायु का भार सबसे कम होता है, अतएव उसकी ओर चारों दिशाओं से वायु प्रवाहित होती है। फेरल के नियम के अनुसार ये हवाएँ उत्तरी गोलार्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्ध में अपनी बायी ओर मुड़ जाती हैं। चित्र ३० से

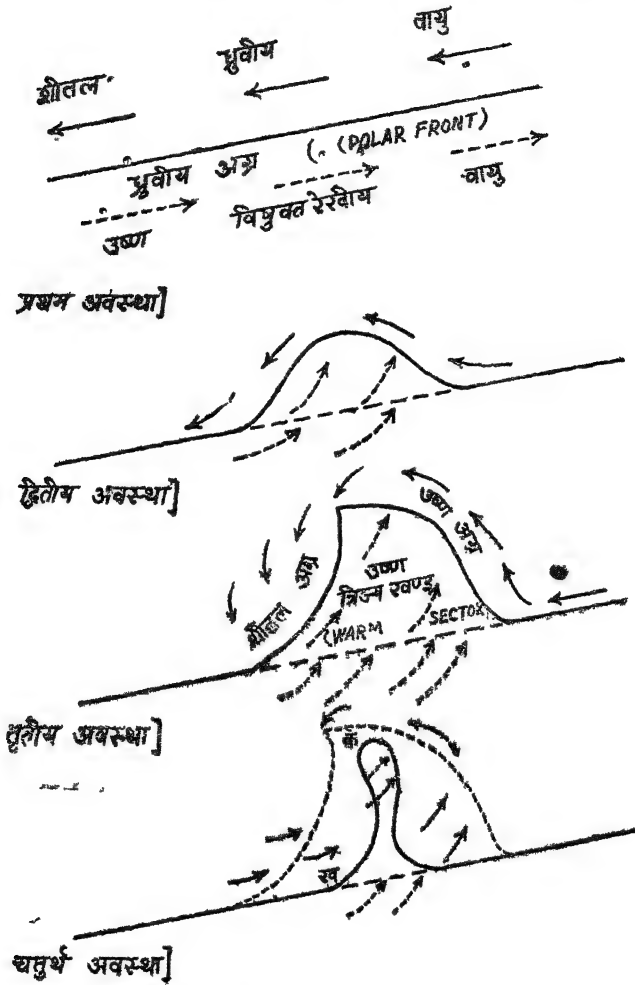
स्पष्ट होगा कि उत्तरी गोलार्ध के चक्रवातों के अग्र (Front) में हवाये अधिकतर दक्षिण से प्रवाहित होती हैं और पृष्ठ (Back) में अधिकतर उत्तर में। वायु का तापमान भी दिशा के अनुसार ही होता है अर्थात् दक्षिण में आनेवाली वायु उष्ण होती है और उत्तर से आनेवाली वायु अपेक्षाकृत शीतल। अग्र की अपेक्षा पृष्ठ की हवाये अधिक शक्तिशाली होती है।

शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात (Temperate Cyclones)

इनकी उत्पत्ति के स्पष्टीकरण के लिये अनेक सिद्धान्त उपस्थित किये गये हैं। इनमें ध्रुवीय अग्र का सिद्धान्त (Polar Front Theory) सबसे अधिक महत्वपूर्ण है।

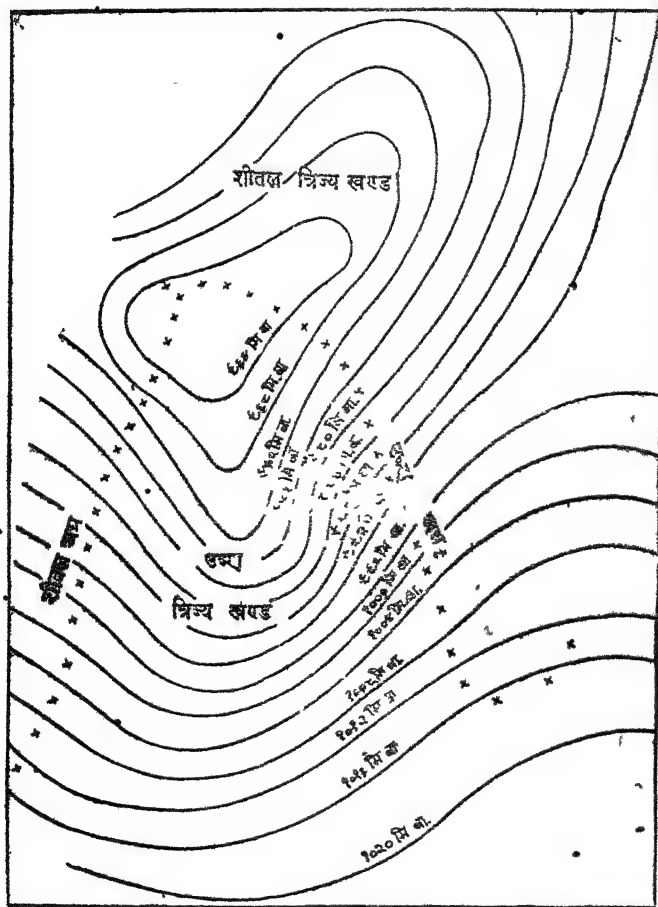
इस सिद्धान्त के अनुसार वायु की दो राशियाँ—एक उष्ण और दूसरी अपेक्षाकृत शीतल संपर्क में आती हैं। इन राशियों को, उद्गम के अनुसार, क्रमशः विषुवतरेखीय और ध्रुवीय वायु कहते हैं। यह तो स्पष्ट ही है कि विषुवतरेखीय वायु उष्ण और आर्द्र होगी और ध्रुवीय वायु शीतल और शुष्क। वायु की ये दो भिन्न राशियाँ समानान्तर किन्तु विरुद्ध दिशाओं में प्रवृत्ति होती हैं। (चित्र ३१) विषुवत रेखीय वायु दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूर्व की ओर चलती है और ध्रुवीय वायु उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम की ओर। इन दोनों हवाओं को पृथक् करनेवाली रेखा को ध्रुवीय अग्र (Polar Front) कहते हैं। इसी शब्द के आधार पर इस सिद्धान्त का नामकरण भी हुआ है। उष्ण और शीतल वायु के मिलने की दूसरी अवस्था भी चित्र ३१ में दर्शायी गई है। उष्ण क्षेत्र को जहाँ पर उष्ण वायु शीतल वायु से टकराती है, उष्ण अग्र (Warm Front) कहते हैं। इसी प्रकार उस क्षेत्र को जहाँ शीतल वायु उष्ण वायु के नीचे घुसकर टक (Wedge) बनाती है, शीतल अग्र (Cold Front) कहते हैं। जब उष्ण वायु पृथ्वी के धरातल पर ध्रुवीय अग्र से मिलती है तब वह शीतल वायु के ऊपर चढ़ जाती है। ऊपर जाने से वह ठण्डी होती है और उसकी भाप जल में परिणत होकर वर्षा का रूप ग्रहण कर लेती है। जब समस्त उष्ण वायु ऊपर उठ जाती है तब यह कहा जाता है कि चक्रवात अधिधारित (Occluded) हो गया। उस रेखा को जिसके अनुसार उष्ण वायु पृथ्वी का परित्याग करती है, अधिधारण की रेखा (Line of Occlusion) कहते हैं। उष्ण और शीतल हवाओं को पृथक् करनेवाला तल ध्रुवीय-अग्र (Polar Front) पर बिल्कुल उदग्र (Vertical) नहीं रहता। वह उत्तर की ओर झुका रहता है अन्य शब्दों में ध्रुवीय अग्र के उत्तर में भी कुछ दूर तक उष्ण विषुवतरेखीय वायु पायी जाती है। शीतल वायु के ऊपरी भाग में उष्ण वायु के प्रविष्ट हो जाने से एक उभार सा बन जाता है, जैसा कि चित्र ३१ (द्वितीय अवस्था) में स्पष्ट है। इस चित्र में ध्रुवीय अग्र (Polar Front) की पहले की

स्थिति बिन्दुओं से दिखलाई गई हैं और पहले के शीतल और उष्ण



चित्र ३१—चक्रवात के विकास की विभिन्न उत्तरोत्तर अवस्थाएँ
अग्र टूटी रेखाओं से दिखलाये गये हैं। उष्ण वायु शीतल वायु की अपेक्षा हल्की होती है, अतएव वह उसके ऊपर चढ़ती जाती है, विशेषकर उत्तर की ओर झुके हुए पार्थक्य-तल (Surface of Separation) पर। उष्ण अग्र (Warm Front) पर उष्ण वायु शीतल वायु से टकराकर ऊपर उठती है। दूसरी ओर शीतल अग्र पर ध्रुवीय वायु (अपेक्षाकृत भारी होने के कारण) उष्ण-वायु के नीचेँसकर चेटक (Wedge) बनाती है, जिससे बाँह की उष्ण-वायु ऊपर जाने को विवश होती है। इस प्रकार उष्ण

त्रिज्यखण्ड (Warm Sector) का आकार क्रमशः घटता रहता है और अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाती है जब समस्त उष्ण-वायु के ऊपर उठ जाने से वह बिल्कुल लुप्त हो जाता है (चित्र ३१—चतुर्थ अवस्था) यह तो पहले ही कहा जा चुका है कि उस रेखा को जिसके अनुसार उष्ण-वायु पृथ्वी के घरातल का परित्याग करती है अधिधारण की रेखा (Line of Occlusion) कहते हैं। चित्र ३१ [चतुर्थ अवस्था] में क'ख ऐसी ही रेखा है।



चित्र ३२—ध्रुवीय अग्र का सिद्धान्त (Polar Front Theory)

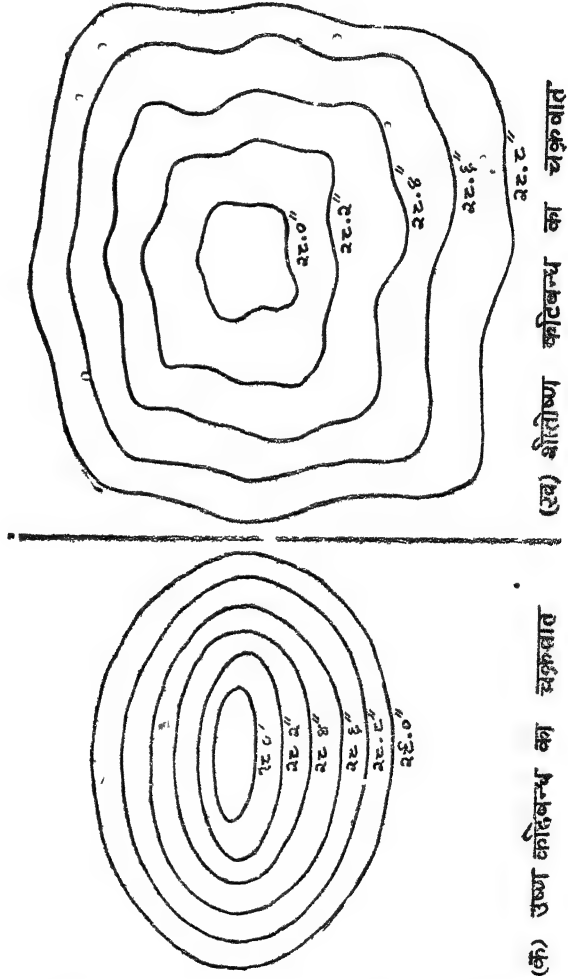
उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात (Tropical Cyclones)

(हरीकेन, टाइफून इत्यादि)

उष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों में निम्नलिखित विशेषताएँ होती हैं, जिनकी

सहायता से हम इनमें और समशीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रान्तों (Temperate Cyclones) में भेद कर सकते हैं और प्रत्येक को पहचान सकते हैं :—

(१) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात का व्यास शीतोष्ण कटिबन्ध चक्रवात के व्यास से कम होता है ।



चित्र ३३ उष्ण तथा शीतोष्ण चक्रवातों का अन्तर

(२) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात की समभार रेखाएँ (Isobars) अपेक्षाकृत अधिक सममित (Symmetrical) और बर्तुल (Circular) होती हैं ।

(३) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात में समभार रेखाएँ अधिक पास-पास होती हैं, अतएव उनमें वायु का वेग अधिक होता है । असली हुरीकेन में वायुवेग ७५ मील प्रति घण्टे से भी अधिक होता है ।

(४) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात में तापमान का वितरण केन्द्र के चारों ओर सर्वत्र एक सा होता है। शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात के अग्र (Front) और पृष्ठ (Back) में तापमान का काफी अन्तर होता है।

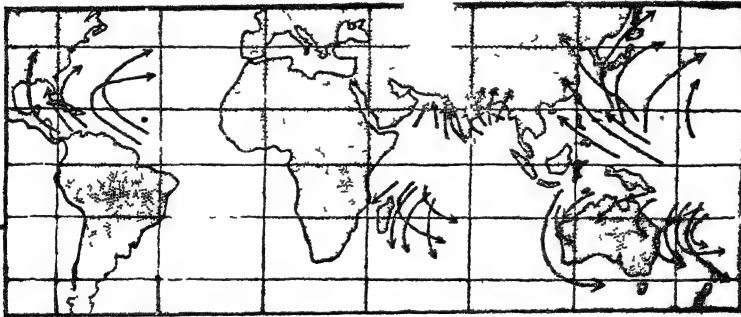
(५) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात में वर्षा अपेक्षाकृत अधिक मूसलाधार (Torrential) होती है और वह केन्द्र के चारों ओर समान रूप से वितरित होती है [यद्यपि दूसरा गुण गतिशील आँधी (Moving Storms) की अपेक्षा स्थिर आँधी (Stationary Storms) में अधिक पाया जाता है]

(६) इनमें वायु के अकस्मात् परिवर्तन नहीं होते हैं।

(७) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात जाड़ों की अपेक्षा गर्मियों में अधिक आते हैं।

(८) हरीकेन का केन्द्र अपेक्षाकृत शान्त और वर्षारहित होता है। इसका व्यास सामान्यतः ५ मील से लेकर ३० मील तक होता है। इसे आँधी की आँख (Eye of the storm) भी कहते हैं।

(९) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात के साथ प्रतिचक्रवात (Anti Cyclone) नहीं रहते।



चित्र ३४—उष्णचक्रवातों के पथ

(१०) शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात सामान्यतः पूर्व दिशा की ओर अग्रसर होते हैं। उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात का पथ ऐसा परवलय (Parabola) है, जिसकी अक्ष (Axis) भूमध्यरेखा के समानान्तर रहती है और नतोतर पार्श्व (Concave Side) पूर्व की ओर रहता है (चित्र ३३)।

उष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों की उत्पत्ति

उष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों का अभी तक बहुत कम अध्ययन हुआ है। इनकी उत्पत्ति के विषय में अनुविशेषज्ञों में बड़ा मतभेद है। प्रचलित धारणाओं में निम्नलिखित विचार को अधिक महत्त्व मिला है —

उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात महासागर में उत्पन्न होते हैं। इसका कारण यह है कि वहाँ पर दो बातों की सुविधा है। एक तो वहाँ आर्द्रता (**Moisture**) बहुत रहती है और दूसरे वहाँ वायु का सघर्षज प्रतिरोध (**Frictional Resistance**) कम होता है। अधिकतर इनका विस्तार उत्तरी गोलार्द्ध में डोलड्रम की उत्तरी सीमा और दक्षिणी गोलार्द्ध में डोलड्रम की दक्षिणी सीमा तक ही होती है। इसमें सन्देह नहीं कि इनकी उत्पत्ति में डोलड्रम-प्रवेश का स्थानीय ताप और नमी सहायक होती है, किन्तु अन्य कारण भी महत्वपूर्ण है। डोलड्रम के शान्ति कटिबन्ध में चक्रवात सभी पाये जाते हैं, जब वह विषुवत रेखा से दूर खिसक जाता है। जिस समय वह विषुवतरेखा के निकट आ जाता है, उस समय इसमें चक्रवात नहीं होते। संभवतः इसका कारण यह है कि विषुवतरेखा के निकट पृथ्वी के परिभ्रमण (**Rotation**) का वेग इतना कम है कि वह वायु में उतना घुमाव या भँवर (**Whirl**) पैदा करने में असमर्थ है, जो चक्रवात की रचना के लिये आवश्यक है। इस प्रकार इस तथ्य का स्पष्टीकरण हो जाता है कि ‘उष्ण कटिबन्ध’ के चक्रवात डोलड्रम की ध्रुवीय सीमाओं (**Polar Margins**) में ही और वह भी केवल गर्मी और पतझड़ ऋतु में (जब यह कटिबन्ध भूमध्य-रेखा से सबसे अधिक दूरी पर होता है) पाये जाते हैं। ट्रेड वायु के प्रभाव में आ जाने से ये चक्रवात पहले पश्चिम की ओर जाते हैं और उसके बाद ध्रुवों की ओर मुड़ जाते हैं। जैसे ही ये मध्य-देशान्तरो (**Middle latitudes**) में अथवा स्थलबन्धों के ऊपर प्रवेश करते हैं वैसे ही इनकी तीव्रता (**Intensity**) कम हो जाती है और ये फैलकर बाह्य उष्ण प्रदेशीय (**Extra Tropical**) चक्रवात के लक्षण ग्रहण कर लेते हैं। यद्यपि उष्ण कटिबन्ध के हरीकेन में घरातल के अग्र (**Surface Fronts**) नहीं देखे गये हैं, तथापि ऋतुविशेषज्ञ इस विषय में एकमत हैं कि इनकी उत्पत्ति अग्र से ही होती है। हरीकेन की वायु के ऊपरी स्तरों के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ है कि वहाँ पर विपरीत गुणों के वायुपुंज (**Contrasting Air Masses**) पाये जाते हैं और घरातल के बहुत ऊपर अग्र भी मिलते हैं।

प्रश्नावली

1. Discuss the principal theories of the origin of cyclonic depressions. (Agra M.A. Geography 1947).
2. Give a concise account of the important theories of the origin of cyclonic depressions developing in both tropical and temperate latitudes. (Agra M.A. Geography 1949).

नवम परिच्छेद

ज्वार-तट विषयक सिद्धान्त

(THEORIES ABOUT TIDES)

इनमें दो अधिक महत्वपूर्ण हैं —

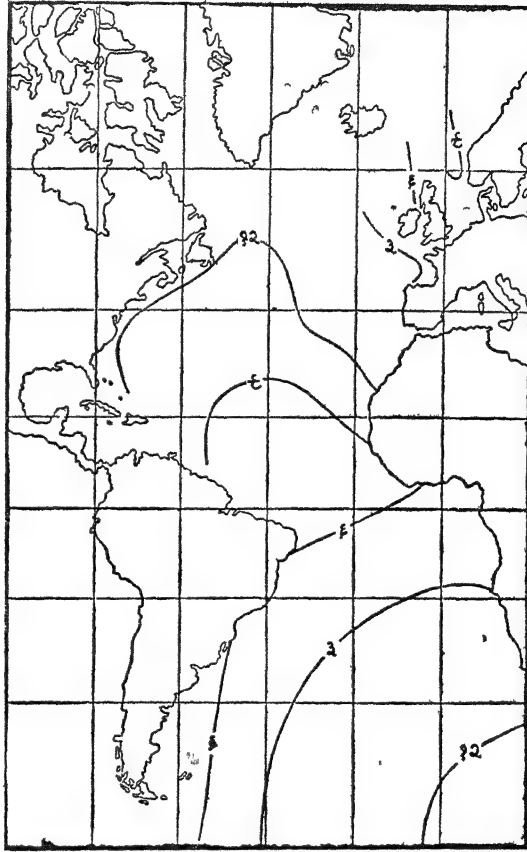
- (क) प्रगामी तरंग का सिद्धान्त (Progressive Wave Theory)
- (ख) स्थावर तरंग का सिद्धान्त (Stationary Wave Theory)

(क) प्रगामी तरंग का सिद्धान्त

(Progressive Wave Theory)

यदि पृथ्वी के गोले पर जल का आवरण सर्वत्र समान होता, तो चन्द्रमा की गति के अनुसार ज्वार की भी पूर्व से पश्चिम की ओर प्रगति होती, किन्तु महाद्वीप तथा अन्य स्थल-खण्ड इसमें बाधक होते हैं। दक्षिणी अण्टार्क्टिक सागर में, स्थल-खण्डों का अभाव होने के कारण ज्वार की प्रगति ठीक चन्द्रमा की गति के अनुसार होती है। इसमें 180° देशान्तर के अन्तर पर दो लहरे बन जाती हैं, जो पूर्व से पश्चिम की ओर बढ़ती हैं। जैसे ही ये तरंगे उत्तम आशा अन्तरीप (Cape of Good Hope) के निकट अटलाण्टिक महासागर में प्रवेश करती हैं वे ही उनमें से एक शाखा निकलकर उत्तरकी ओर बढ़ती हैं। प्रशान्त और हिन्दमहासागर में भी इस प्रकार की शाखाएँ बन जाती हैं। प्रधान लहर (Primary Wave) को ये शाखाएँ गौण लहरे (Secondary Waves) कहलाती हैं। इनसे ही अटलांटिक महासागर के तट पर ज्वार निर्धारित होते हैं। ये गौण लहरे स्वतन्त्र रूप से आगे बढ़ती हैं—हाँ गहराई का इनकी गति पर प्रभाव अवश्य पड़ता है। इन्हे जन्म देनेवाली प्रधान लहर की गति चन्द्रमा के अनुसार होती है। प्रगामी लहर (Progressive Wave) के सिद्धान्त के अनुसार अटलाण्टिक महासागर की ज्वार-तरंगें चित्र ३५ में समज्वार रेखाओं (Coastal Lines) द्वारा दर्शाई गई हैं। समज्वार रेखाएँ वे कल्पित रेखाएँ हैं जो सागर के उन स्थानों के मिलाने से बन जाती हैं, जहाँ दीर्घज्वार (Spring Tide) एक ही समय पर आता है। रेखाओं के ऊपर जो अंक दिये गये हैं, वे पूर्णमासी के दिन दीर्घज्वार का (ग्रिनविच के अनुसार) समय दर्शाते हैं। इस मानचित्र से और उपर्युक्त सिद्धान्त से स्पष्ट है कि अटलाण्टिक

की ज्वार-तरंगे किनारे के उथले भागों की अपेक्षा बीच के गहरे भागों में अधिक वेगवती है।



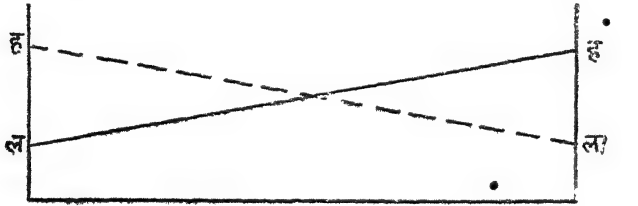
चित्र ३५—प्रगामी-तरंग के सिद्धान्त के अनुसार अन्ध महासागर की समञ्चार रेखाये

(ख) स्थावर तरंग का सिद्धान्त

(Stationary Wave Theory)

आधुनिक खोज से यह ज्ञात होता है कि ससार भर के ज्वार-भाटे के अध्ययन के लिये हमें पृथक-पृथक सागरों का स्वतंत्र अध्ययन करना चाहिए। इस सिद्धान्त में यह कल्पना की जाती है कि प्रत्येक सागर में एक स्थावर तरंग होती है। यह कथन नीचे लिखे प्रयोग से स्पष्ट हो जायगा :—

प्रयोग—किसी आयताकार पात्र में थोड़ा पानी ले लीजिए, फिर उसके एक किनारे को शीघ्रता से ऊपर उठाकर नीचा कर दीजिए। ऐसी अवस्था में, जब पानी दाहिनी ओर ऊपर उठ जाता है, तब बायीं ओर नीचे दब जाता है और इसी प्रकार जब बायीं ओर ऊपर उठ जाता है, तब दाहिनी ओर नीचे दब जाता है। यही क्रम चलता रहता है। ऐसी मध्यवर्ती रेखा को जिमके सन्दर्भ में पानी ऊपर उठता और नीचे जाता है हम पात-रेखा (Nodal Line) कहते हैं और इस प्रकार अस्तित्व में आई हुई तरंग को स्थावर तरंग (Stationary Wave) कहते हैं।



चित्र ३६—स्थावर तरंग (Stationary Wave) की उत्पत्ति]

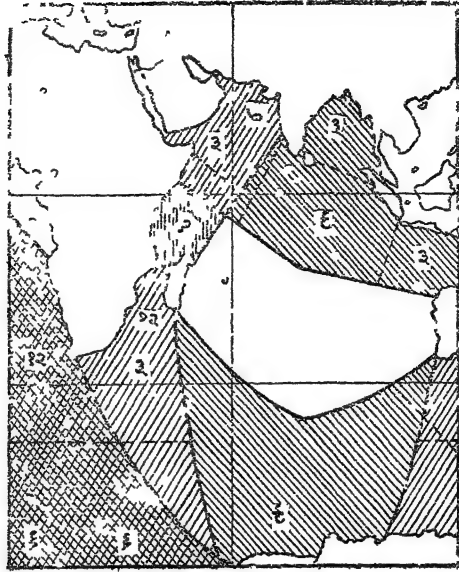
स्थावर तरंग के प्रदोलन का आवर्तकाल (Period of oscillation) निम्नलिखित सूत्र से निर्धारित होता है —

$$a = \frac{2L}{\sqrt{mg}} \quad \text{जहाँ}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \text{प्रदोलन का आवर्तकाल} \\ \quad \text{(Period of Oscillation)} \\ L = \text{जलपात्र की लम्बाई} \\ m = \text{स्वाकृष्ट त्वरण} \\ \quad \text{(Acceleration due to gravity)} \\ g = \text{जल की गहराई} \end{array} \right.$$

इससे स्पष्ट है कि प्रत्येक जलाशय का अपना एक निश्चित प्रदोलन का आवर्तकाल होता है, जो उसकी लम्बाई और पानी की गहराई पर निर्भर है।

इस शताब्दी के आरम्भ में हैरिस नामक विद्वान ने ज्वार के स्पष्टीकरण के लिये स्थावर तरंग के उपर्युक्त सूत्र को अपना आधार बनाया। इस सिद्धान्त के अनुसार विभिन्न सागरो की स्थावर तरंगों के फलस्वरूप ही विवृत महासागर (Open Ocean) में ज्वार आता है। इन पृथक सागरो को मिलाकर संयुक्त रूप से प्रदोल-प्रणाली (Oscillation system) कहते हैं। इनमें से प्रत्येक का अपना एक निश्चित प्रदोलन का आवर्तकाल (Period of oscillation) होता है जो गणित की सहायता से निश्चित किया जा सकता है। चित्र ३७ में हिन्द महासागर की प्रदोल-प्रणालियाँ दर्शायी गई हैं।



चित्र ३७—हिन्द महासागर की प्रदोलन-व्यवस्था

- इस चित्र में अंकित अंक उच्च-जल (High Water) का समय दर्शाते हैं। यह समय चन्द्रमा के ग्रीनविच की देशान्तर को पार करने के बाद व्यतीत हुए चान्द्र-घण्टों (Lunar Hours) में दिया गया है। पाद-रेखाएँ (Nodal Lines) विन्दुओं से दिखाई गई हैं। उन क्षेत्रों को खाली छोड़ दिया गया है जहाँ ज्वार की मात्रा अत्यन्त नगण्य है।

इस सिद्धान्त के अनुसार महासागरों में कुछ ऐसे स्थल अवश्य होने चाहिए, जहाँ ज्वार बिल्कुल नहीं होता। इन विन्दुओं से समज्वार रेखाएँ चारों दिशाओं में प्रसृत (Diverge) होती हैं। हैरिस ने इन्हें अज्वार विन्दु (Amphidromic Points) कहा है।

उत्तरी अटलाण्टिक में एक स्थावर तरंग है, जिसकी दिशा उत्तर-दक्षिण है। गणित द्वारा यह ज्ञात होता है कि अटलाण्टिक में आनेवाले ज्वार इस तरंग के प्रदोलन के अनुसार होते हैं।

प्रश्नावली

1. How are tides caused? Discuss the various theories of tides. (Agra M.A. 1952).
2. Discuss as clearly as possible the phenomenon of tides. (I. A. S. Competition Examination 1953).
3. Discuss fully the various theories of tides. (Allahabad M.A. Geography 1951).

दशम परिच्छेद

भूद्रोणियाँ (GEOSYNCLINES)

परिभाषा तथा वर्गीकरण—भूपृष्ठ के उन लम्बे, सकरे और निम्ने क्षेत्रों को—

(१) जिनमें नदियों द्वारा लाये गये अवसाद (Sediments) एकत्र होते रहते हैं।

(२) जो अवसाद के बृहद भार से दबकर क्रमशः धँसते रहते हैं।

और (३) जिनमें कालान्तर में पर्वत-श्रेणियाँ बन जाती हैं भूद्रोणी (Geosynclines) कहते हैं। संक्षेप में हम भूद्रोणी को पूर्वतो का पलना (Cradle of mountains) कह सकते हैं।

भूद्रोणी की अवधारणा का श्रेय हॉल (Hall) तथा डाना (Dana) नामक विद्वानों को है, किन्तु इस सिद्धान्त का विकास, वास्तव में, हाँग (Haug) ने ही किया है। इन्होंने प्राचीन युगों के पुराभौगोलिक मानचित्र (Palaeogeographical Maps) बनाये हैं, जिनमें उन युगों की भूद्रोणियाँ दर्शायी गई हैं। कालान्तर में इन्हीं भूद्रोणियों के स्थान पर पर्वत खड़े हो गये हैं। इन भूद्रोणियों में अवसाद एक विशेष ढंग से एकत्र होता है। भूद्रोणियों के किनारे लथले होते हैं, अतएव वहाँ पर पतला वेलाप्रदेशीय निक्षेप (Littoral Deposits) एकत्र होता है। ये निक्षेप महाद्वीपीय तटान्न (Continental Shelf) के अनुरूप होते हैं। इनकी रचना अनेक बातों पर निर्भर है जैसे—अपक्षरित शिलाओं (Eroded Rocks) की संरचना, सागर के जलपृष्ठ के उच्चावचन (Fluctuations) लहरें, धाराएँ आदि। उदाहरण के लिये आल्प्स भूद्रोणी के उत्तरी निक्षेप के अध्ययन से यह विदित होता है कि वे एकान्तर क्रम से आगे बढ़े और पीछे हटे हैं।

भूद्रोणियों के बीच का भाग गहरा होता है और वहाँ निक्षेप भी नियमित रूप से एकत्र होते हैं। यदि किसी भूद्रोणी में दो विरुद्ध दिशाओं से दबाव पड़ता है, तो उसका मध्यवर्ती भाग उभार के रूप में ऊपर उठ जाता है। इसे हम भू-चाप (Ge-anticline) कहते हैं। भू-चाप में न केवल भूद्रोणी के अवसाद ही, वरन् उसका नितल भी ऊपर उठ आता है। यदि भू-चाप की ऊँचाई इतनी अधिक हुई कि वह हवा और लहरों के प्रभाव-क्षेत्र में आ जाय, तब निक्षेपण

की क्रिया में बाधा पड़ना स्वाभाविक है। अतएव ऐसी दशा में अपेक्षाकृत स्थूल अवसाद एकत्र होते हैं। पहाड़ों की विगुप्त गिलाओ (Exposed rocks) के अध्ययन से भूद्रोणियों के अवसादों का ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है।

हॉग ने सर्वप्रथम भूद्रोणियों और पर्वतश्रेणियों के सम्बन्ध पर प्रकाश डाला। उन्होंने ज्ञात किया कि यदि किसी पर्वत श्रेणी का विश्लेषण किया जाय और उसकी शिलाओं को मौलिक प्रक्रम के अनुसार रखा जाय, तो वे सागर की सतह से कुछ ऊपर ही न रहेंगे, वरन् कुछ ऊपर भी उठ जायेंगे। इससे वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा—

‘अवसादन के साथ-साथ सागर-नितल भी नीचे धँसता जाता है’

भूद्रोणियों के विकास का विचार करते समय हॉग ने दो बातों पर बड़ा जोर दिया है —

(१) भूद्रोणी गहरे जल के क्षेत्र थे।

(२) चौड़ाई की अपेक्षा इनकी लम्बाई बहुत अधिक थी।

हॉग (Haug) के अनुसार भूद्रोणियाँ सागर के वे लम्बे सकरे क्षेत्र हैं, जिनमें अवसाद नियमित रूप में एकत्र होते रहते हैं, किन्तु वास्तव में भूद्रोणी का विकास इतना सीधा-सरल नहीं है। सागर नितल में विशेषकर किनारों की ओर कभी-कभी क्षैतिज (Horizontal) अथवा उदग्र (Vertical) गतियाँ भी होती रहती हैं और उनकी उपेक्षा नहीं की जा सकती।

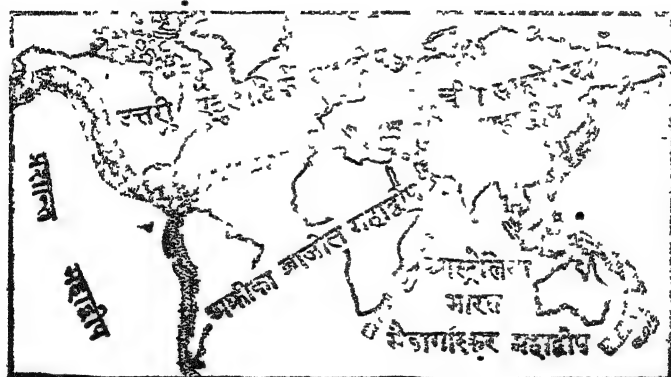
यद्यपि भूद्रोणी शब्द का व्यवहार बहुत होता है तथापि उसकी वैज्ञानिक परिभाषा के विषय में मतभेद है। जे० डबल्यू० इवेन्स (J. W. Evans) ने तो यहाँ तक कह डाला है कि यह शब्द इतने भिन्न अर्थों में प्रयुक्त होता है कि इसकी कोई एक वैज्ञानिक परिभाषा करना असंभव है। हॉग के अनुसार भूद्रोणियाँ लम्बे और सकरे सागर हैं, जैसा कि इनके बनाये हुए पुराभौगोलिक मानचित्रों (Palaeogeographical maps) से स्पष्ट है। बहुत से विद्वान् इसी मत के अनुयायी हैं किन्तु कुछ ऐसे भी हैं, जो इसे नहीं मानते। उदाहरण के लिये शुशर्ट (Shuchert) ने तीन प्रकार की भूद्रोणियाँ मानी हैं —

(१) एक-भूद्रोणी (Mono-Geosyncline) — ये महाद्वीपों के अन्दर अथवा किनारों पर लम्बे और सकरे सागर हैं। इनमें काफी निमज्जन (Subsidence) हुआ है। इसका प्रमाण अपेलेशियन के पदार्थों की वृहद् मोटाई है। भूद्रोणियों के विषय में हॉग और डाना की भी यही कल्पना है।

(२) बहु-भूद्रोणी (Poly-Geosyncline) यह एक-भूद्रोणी

(Mono-Geosyncline) की अपेक्षा अधिक चौड़ी होती है और इसका इतिहास भी अपेक्षाकृत जटिल होता है। इसकी स्थिति एक-भूदोषी के समान ही होती है किन्तु इसमें प्रायः एक अथवा अधिक अनुचोप (Ge-anticlines) मिलते हैं। इसका उदाहरण राँची परबत की भूदोषी है।

(३) मध्य-भूदोषी (Meso-Geosyncline)—ये भी लम्बे और सकरे सागर होते हैं जो प्रायः दो महाद्वीपों के मध्य में स्थित होते हैं—जैसे भूमध्य-सागर। इनकी गहराई बहुत अधिक होती है और इनका इतिहास भी लम्बा और जटिल होता है।



चित्र ३८—मैसोजोयक काल की भूदोषियाँ (इस चित्र में छायादार भाग भूदोषियों का द्योतक है)

हॉग की अवधारणा वास्तव में मध्य भूदोषियों की अवधारणा है। इनके अनुसार मध्य कल्प (Mesozoic Era) की भूदोषियाँ चित्र में ३८ में दर्शायी गई हैं।

आलोचना—चित्र ३८ से स्पष्ट होता है कि मध्यकल्प में आजकल की अपेक्षा सागर-जल की मात्रा कम थी। ऐसा क्यों था? शेष जल कहाँ चला गया था? हॉग ने इस प्रश्न का कोई भी सतोषजनक उत्तर नहीं दिया है।

जे० डबल्यू० इवेन्स (J. W. Evans) के विचार

यह तो कहा ही जा चुका है कि भूदोषी की परिभाषा के विषय में बड़ा मतभेद है। जे० डबल्यू० इवेन्स इसे 'अवसादन की अधोगति' (Sedimentation subsidence) कहता अधिक उचित समझते हैं। इनके अनुसार भूदोषी की आकृति में अन्तर हो सकते हैं—कभी वह द्रोणी के समान धनुषाकार होती है, कभी उसका ऊँचे-नीचे अनियमित गड्ढे का रूप होता है और कभी अपेक्षाकृत चपटा नितल भी हो सकता है। इनकी स्थिति भी अनेक प्रकार की हो सकती है। ये .

- (i) किसी बड़ी नदी के मुहाने के सामने
 - (ii) दो महाद्वीपों के बीच में
 - (iii) किसी चौड़े महासागर के पहाड़ी तट के निकट, अथवा
 - (iv) किसी पर्वत अथवा पठार के निकट मैदान में,
- कहीं भी स्थित हो सकती है।

जहाँ भी इनमें अधिक मात्रा में अवसाद एकत्र होते हैं, वहाँ ही उनके वृद्धि भार के कारण क्षेत्र का निमज्जन अथवा अधोगति (Subsidence) अवश्य होती है। और फिर कालान्तर में एक ऐसा समय आता है जब अवसाद पर दो विरुद्ध दिशाओं से दबाव पड़ता है और उसमें भजन (Folding) हो जाता है। डेवेन्स का विचार है कि यह क्रिया उन क्षेत्रों में अधिक सुविधा और सरलता से होती होगी जिनमें भार के कारण भूपर्पटी अधिक नीचे धँस जाती है। नीचे के स्तरों का ऊँचा तापमान भी इसमें सहायक होता है। यह निमज्जन चाहे अवसाद के वृद्धि भार के कारण हो अथवा क्षैतिज दबाव के कारण—इसका यह प्रभाव तो पड़ता ही है कि नीचे का सिम (Sima) हट जाता है जिससे भूस्नगोल की अवस्था में व्यतिक्रम (Disturbance) हो जाता है। किन्तु भजित अवसाद सिमा की अपेक्षा हल्के होते हैं अतएव नीचे धँसने की अपेक्षा वे ऊपर उठ जाते हैं और इस प्रकार पर्वत-श्रेणियाँ अस्तित्व में आ जाती हैं।

इस प्रकार हम भूदोषों के इतिहास को तीन भागों में बाँट सकते हैं।—

(१) अवसादन और अधोगति के फलस्वरूप हुआ विकास।

(२) नियमित विकास में व्यतिक्रम होना जैसे किसी भाग का ऊपर उठ जाना अथवा नीचे धँस जाना, भू-चाप (Ge-anticlines) आदि का बनना आदि।

—(३) भूदोषों का पतन।

(ग) होम्स का दृष्टिकोण

होम्स के अनुसार भूपर्पटी में निम्नलिखित स्तर विद्यमान हैं —

(१) सबसे ऊपर १०-१२ किलोमीटर मोटा ग्रैनो-डायोराइट (Grano Diorite) का स्तर है।

(२) उसके नीचे २०-२५ किलोमीटर मोटा एम्फिबोलाइट (Amphibolite) का स्तर है।

और (३) सबसे नीचे एक्जोलाइट (Eclogite) का स्तर है।

होम्स के अनुसार भूदोषियाँ तीन प्रकार की हैं —

(१) कुछ भूदोषियाँ इस प्रकार बन गई हैं कि उनके नीचे के एम्फिबोलाइट (Amphibolite) के स्तर से द्रव-पदार्थ अन्य दिशाओं में खिसक गया

है और इस प्रकार उनमें निमज्जन (Subsidence) हुआ है। आधुनिक काल के रॉस (Ross) और टस्मान (Tasmania) सागर तथा भूतकाल में प० कॉर्निलेरा की भूद्रोणी इसी श्रेणी के अन्तर्गत है।

(२) दूसरी प्रकार की भूद्रोणियों के बनने का मुख्य कारण सियाल (Sial) के स्तर का खिचकर पतला पड़ जाना है। इस खिचाव के दो प्रमुख कारण हैं —

(क) किसी स्थल खण्ड का फैलना। यूरेल पर्वत की भूद्रोणी इसी प्रकार बनी है।

अथवा (ख) अनुपर्वटी (Substratum) में अपसृत धाराओं (Diverging currents) के कारण ऐसे दो खण्डों का पृथक् हो जाना। उदाहरण टैथिस सागर।

(३) तीसरे प्रकार की भूद्रोणियाँ वे हैं, जिनके निर्माण का मुख्य कारण नीचे के पदार्थ में रूपान्तरण (Metamorphism) के कारण घनत्व का बढ़ जाना है। इसी से निमज्जन अथवा अधोगति (Subsidence) होती है। किसी पर्वत-प्रणाली के दो निकट आनेवाले अग्र-प्रदेशों (Forelands) के मध्य का क्षेत्र इस श्रेणी के अन्तर्गत है। उदाहरण—पश्चिमी भूमध्यसागर, बण्डासागर (Banda sea) आदि।

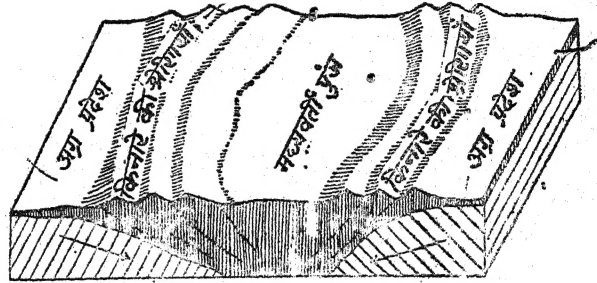
भूद्रोणियों की एक श्रेणी और की जा सकती है। ये भूद्रोणियाँ पर्वत श्रृंखला के अग्रप्रदेश (Foreland) की दिशा में होती हैं। इनके बनने का मुख्य कारण गिरि-निर्माण के लिये उत्तरदायी भजन की क्रिया (Folding) है। इस प्रकार की भूद्रोणियों के उदाहरण फारस की खाड़ी और सिन्ध-गंगा का मैदान हैं।

कोबर का भूद्रोणीय गिरि-निर्माण का सिद्धान्त—

(The Geo-Synclinal Orogen Theory of Kober)

हॉग (Haug) और कोबर (Kober) की भूद्रोणी विषयक धारणाओं में अन्तर है। हॉग के अनुसार भूद्रोणी सकरे और लम्बे क्षेत्र थे। कोबर का कथन है कि ये काफी चौड़े प्रदेश थे। इनके अनुसार अवसादों के भजन का मुख्य कारण यह था कि दो स्थलखण्डों के अग्रप्रदेश एक दूसरे के निकट आये। इनमें से एक का गति-वेग दूसरे से अधिक था। इनके निकट आने से बीच की भूपर्वटी सिकुड़ी और इस प्रकार इन अग्रप्रदेशों के किनारों पर श्रेणियाँ बन गईं। इन्हें किनारों की श्रेणियाँ (Border Ranges) अथवा Rand Ketten कहते हैं। यदि सिकुड़न की मात्रा बहुत अधिक हुई तो दोनों अग्रप्रदेश एक दूसरे के

बिल्कुल निकट और कभी-कभी संस्पर्श (Contact) में आ जाते हैं। ऐसी दशा में दोनों ओर की-किनारे की श्रेणियाँ एक रेखा पर मिलकर और ऊपर उठ जाती हैं। इस रेखा को Narbe कहते हैं। स्विजरलैण्ड की आल्प्स श्रेणी इसका उदाहरण है। दूसरी ओर जब एक दिशा का दबाव दूसरे की अपेक्षा



चित्र ३९—कोबर के अनुसार पर्वतों की उत्पत्ति

कम होता है, तब किनारे की श्रेणियों के बीच में जो प्रदेश सिकुड़न की क्रिया से प्रभावित नहीं होता और पहले जैसा ही बना रहता है, मध्यवर्ती पुञ्ज (Median Mass) कहलाता है। कार्पेथियन और डिनारिक आल्प्स के मध्य में हंगरी का मैदान ऐसा ही मध्यवर्ती पुञ्ज (Median Mass) है।

कोबर और स्वेस की कल्पनाओं में मौलिक भेद है। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, दो विरोधी दिशाओं से दबाव पड़ता है। स्वेस के अनुसार पर्वत श्रेणियों का निर्माण केवल एक ही दिशा के दबाव से होता है। इनके अनुसार ~~मध्य~~ प्रदेश (Hinterland) की ओर से दबाव आता है और अग्रप्रदेश (Foreland) उसे रोकता है। उदाहरण के लिये हिमालय पहाड़ के निर्माण के लिये तिब्बत पृष्ठ प्रदेश था और दक्षिणी पठार अग्रप्रदेश। तिब्बत की ओर से दबाव आया और दक्षिणी पठार ने उसे रोका, जिससे वे भंज (Folds) बन गये जिन्हें हिमालय श्रेणियाँ कहते हैं।

प्रश्नावली

1. Write a short essay on Geosynclines.

(Lucknow M.Sc. Geol. 1948).

2. Explain fully the Geosynclinal-Orogen theory of Kober. Show how it differs from older views and from the other recent views on this subject.

(Banaras M.Sc. Geol. 1941).

3. 'The concept of geosynclines is due to Hall and Dana but the theory of their development is really to Haug'. Elaborate this statement and describe briefly by giving examples, the three types of geosyncline as distinguished by Schuchert (Allahabad M A Geography 1948)

4 Discuss fully the origin of geosyncline in the light of J. W. Evan's term 'Sedimentation subsidence.'

(Allahabad M.A. Geography 1951)